COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Favé présente à l'Académie le troisième envoi des manuscrits scientifiques de *Michel Chasles*, offerts par M. *Henri Chasles*. Cet envoi comprend les manuscrits dont voici l'index :

62. Sur les sections coniques. Discours prononcé en 1847 à la Faculté des Sciences sous le titre : « Considérations sur la théorie des sections coniques, et particulièrement sur la méthode par laquelle il convient de traiter cette théorie dans un cours de Géométrie ».
63. Description mécanique de certaines courbes.
64. Sur la construction des normales à plusieurs courbes mécaniques.
65. Recherches relatives aux normales des courbes.
66. Tangentes et rayons de courbure des courbes géométriques et normales à certaines surfaces.
67-68. Deux liasses sur les systèmes de coniques.
69-70. Deux liasses. Recherches relatives à la théorie des caractéristiques.
71. Théorie des caractéristiques des systèmes de coniques et applications diverses du principe de correspondance.
72. Système de surfaces du second ordre. Théorie des caractéristiques.
73. Systèmes de surfaces du second ordre. (L'impression de ce travail a été commencée en 1867, mais n'a pas été achevée.)
74. Recherches diverses sur les surfaces du second ordre.

75-76. Deux liasses sur les surfaces du second ordre homofocales.
77. Courbes tracées sur un hyperboloïde.
78. Théorie des transversales.
79. Solutions de diverses questions.
80. Sur le cercle.
81. Propriétés du cercle.
82. Travaux publiés dans le Journal de M. Liouville.
83. Mémoire sur la transformation parabolique des relations métriques des figures.
84. Applications de la transformation parabolique.
85-86. Deux liasses sur l'attraction des ellipsoïdes.
87. Sur l'attraction, sur la théorie de la chaleur, sur les surfaces de niveau et sur les surfaces orthogonales.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les preuves de la formation récente de la Méditerranée;* par M. Émile Blanchard.

« Je commence l'exposé des résultats d'une série d'études d'un ordre tout nouveau. Frappé de la façon saisissante dont les plantes et les animaux caractérisent les différentes régions du globe, il m'a semblé que les espèces végétales et animales vivantes pouvaient être prises comme des documents propres à constituer l'histoire de la Terre dans sa période actuelle.

» A l'exemple de Buffon, les naturalistes se sont préoccupés des pays d'origine de tous les êtres. Des botanistes et des zoologistes se sont voués à des recherches sur la distribution géographique des plantes et des animaux, se livrant à des comparaisons qui demeurent fort instructives; d'autres se sont attachés à la connaissance de la flore ou de la faune de certaines contrées. Ils ont accumulé des faits d'une importance capitale. Botanistes et zoologistes ont songé d'une manière exclusive aux conditions d'existence des êtres selon la famille, le genre ou l'espèce; ils n'ont voulu servir que le progrès de la science qui a pour objet la nature vivante.

» C'est une tout autre pensée qui me dirige. J'ai en vue la constatation des rapports, des analogies, des dissemblances qui existent entre des terres plus ou moins éloignées; j'ai surtout la préoccupation de reconnaître les changements qui se sont produits à travers les siècles dans la configuration des terres et des mers; — les indices, les probabilités, les preuves étant tirés de la présence des espèces végétales et animales. Au domaine de la Géographie physique appartiennent les travaux que je me propose de présenter successivement à l'Académie.

» J'ai cherché, sans rien découvrir, une trace antérieure de l'idée que je formule en ce moment. S'il en est un germe, on croit le rencontrer dans l'esprit d'Alexandre de Humboldt lorsque, en Amérique, il observe les zones que la végétation dessine sur les montagnes

» C'est au début de l'année 1871, dans un écrit sur les récentes explorations de la Chine, que pour la première fois j'essayai de montrer combien les formes typiques du règne végétal et du règne animal nous éclairent sur le caractère d'un pays et sur l'ensemble des conditions de la vie en chaque région du monde ([1]). Au mois d'avril 1878, dans une conférence faite à la Sorbonne sous ce titre : *la Géographie enseignée par la nature vivante*, j'ai indiqué à grands traits quelques résultats de mes recherches poursuivies dans cette direction ([2]).

» En rappelant ces dates, je n'ai d'autre souci que de témoigner de mes longues méditations et de mes patientes recherches sur un sujet d'une grandeur singulière, mais plein de difficultés. A chaque pas, on est en peine pour réunir tous les éléments d'informations désirables : aussi, longtemps ai-je craint de formuler trop tôt des conclusions, comme je le craindrais encore à l'égard d'une foule d'archipels, d'îles isolées, de mers intérieures. Néanmoins, il me semble que l'heure est venue d'entretenir l'Académie de mes études et de solliciter l'intérêt de tous les amis de la Science, dans l'espoir de provoquer certaines explorations du fond des mers, et sur des terres inexplorées des investigations qui feraient jaillir des clartés touchant l'histoire de diverses parties du monde.

» Tout d'abord, je m'occuperai de la région méditerranéenne. Aucune région ne captive davantage, et le résultat de l'exploration zoologique, dont l'Académie a été entretenue il y a peu de semaines, ajoute une preuve nouvelle aux preuves que j'avais déjà envisagées de la formation récente de la Méditerranée.

» En abordant les côtes méditerranéennes, tout le monde reçoit une vive impression de la physionomie particulière que la végétation imprime à l'ensemble de la région. La même physionomie générale persiste, en effet, sur tout le contour de notre mer intérieure. Ce sont les contrées où prospèrent les orangers et les oliviers, les pays où croissent les myrtes, les cytises, les lentisques, les caroubiers, les arbousiers, les capriers, le laurier-rose et le palmier nain, qui disparaît seulement dans les parties les plus

---

([1]) *Revue des Deux-Mondes*. — Février 1871.

([2]) *Revue scientifique* et *Bulletin de l'Association scientifique*, t. XXII, p. 193.

froides de la région, et une foule de types vraiment caractéristiques. Les botanistes ont constaté avec soin l'aire de dispersion des plus remarquables végétaux méditerranéens, sans oublier de tenir note des stations où chaque espèce a été observée. M. Cosson, qui a fait des recherches du plus haut intérêt sur la flore des États barbaresques et du sud de l'Europe, a mis en pleine évidence les ressemblances de la végétation des côtes africaines avec celle de la Sicile, de l'Italie, de la Corse, de la Sardaigne, des îles Baléares et de l'Espagne. Il a donné de cette ressemblance une preuve frappante par cette simple constatation, que, sur 434 espèces de plantes recueillies sur le littoral de la province de Constantine, 32 seulement ne se trouvent point sur les rivages de l'Europe ([1]).

» Les animaux des rives méditerranéennes n'ont pas, jusqu'à ce jour, été observés dans leur aire géographique d'une manière aussi complète que les plantes. A raison de l'impossibilité, pour la plupart d'entre eux, de franchir la mer, et souvent aussi de très minimes obstacles, ils doivent nous fournir les plus précieuses indications.

» Peu nombreux, les Mammifères fournissent à peine quelques exemples. On cite le Porc-épic, un habitant des côtes de l'Afrique du Nord, qu'on rencontre également en Espagne, en Italie, en Sicile; la Genette, aujourd'hui rare en Europe.

» Plusieurs Reptiles sont caractéristiques de la région méditerranéenne. Le Caméléon d'Afrique vit en Andalousie et en Sicile. Le beau Lézard ocellé, commun dans les plus chaudes localités de la Provence et des Pyrénées-Orientales, est en Italie, en Espagne et dans tous les États barbaresques. Des Sauriens à la peau verruqueuse, bien connus dans le midi de la France, les Geckos (*Platydactylus mauritanicus* et *Hemidactylus verrucatus*) se rencontrent sur tout le littoral, de l'Espagne à la Grèce, du Maroc à l'Égypte et à la Syrie. Le Gongyle ocellé de la famille des Scinques, qui abonde dans la Sardaigne et la Sicile (on dit l'avoir vu en France), existe sur tous les rivages africains et asiatiques de la Méditerranée.

» Animaux en général fort sédentaires, arrêtés dans leur lente dissémination par une infinité d'obstacles, les Mollusques terrestres et fluviatiles offrent de bons indices du caractère d'un pays. De nombreuses Hélices, quelques *Melanopsis* habitent toutes les terres méditerranéennes, et ne se trouvent jamais ailleurs. Certaines espèces sont plus étroitement localisées. L'Espagne, le Maroc et l'Algérie possèdent en propre une remarquable di-

([1]) *Bulletin de l'Association scientifique de France*, t. XXIV, p. 193 (1879).

versité d'Hélices d'une forme particulière (la division des *Macularia*), ainsi que plusieurs représentants d'autres genres (*Calcarina bœtica, Melanopsis cariosa* et *Mel. Dufouri*). Plusieurs espèces paraissent ne vivre qu'en Sicile, en Tunisie et en Algérie (*Glandina algira*, etc.). D'autres, en plus grand nombre, existent seulement sur les terres du bassin oriental de la Méditerranée [1].

» Pour notre démonstration, il est un type qu'on ne saurait oublier, à raison de ses conditions de séjour; c'est le Crabe d'eau douce (*Telphusa fluviatilis*), qui vit dans les torrents de tous les États barbaresques et dans les rivières du sud de l'Espagne, de l'Italie, de la Sicile, de la Grèce. Il ne s'approche jamais des rivages maritimes.

» Par le nombre des formes caractéristiques, par la diversité des aptitudes, par les appropriations à toutes les conditions possibles d'existence, les Insectes fournissent une abondance d'informations que rien n'égale. Les espèces répandues sur toutes les terres méditerranéennes, et qui n'habitent aucune autre contrée, sont en foule. Je me bornerai aux exemples les plus frappants.

» Des Hyménoptères industrieux, tels que des Sphex et des Anthophores, des Cigales, le gros Scarabée noir (*Ateuchus sacer*), sont disséminés sur toutes les terres voisines de la Méditerranée.

» Parmi les Coléoptères carnassiers, on distingue une remarquable Mégacéphale (*Megacephala euphratica*); l'espèce, d'abord découverte en Orient, habite à la fois l'Asie Mineure, la Syrie, la Grèce, certaines parties de l'Algérie, le Maroc et l'Andalousie. Une Cicindèle, d'aspect très particulier (*Cicindele maura*) signale toute côte méditerranéenne, tandis qu'une espèce du même type (*C. luctuosa*) paraît ne vivre qu'au Maroc et en Andalousie.

» Deux genres de Mélolonthines, les Glaphyres et les Amphicomes, ne se rencontrent qu'au voisinage de la Méditerranée et de la mer Noire. Certaines espèces sont en Espagne, au Maroc et en Algérie; d'autres, à la fois en Grèce, en Turquie, dans l'Asie Mineure et au pied du Caucase. Le genre Julodis, de la famille des Buprestides, a une espèce (*J. Onopordi*) qui vit en Algérie, en Espagne, en France et en Grèce; d'autres sont en même temps en Grèce, en Syrie, en Égypte; une en Crimée et dans l'île de Chypre. On compte une quantité considérable de Charançons ou Curculionides, caractéristiques de la région méridionale. Plusieurs espèces du genre Brachycère

---

[1] *Voir* Paul Fischer, *Manuel de Conchyliologie*, un intéressant chapitre sur la distribution géographique des Mollusques.

(*Brachycerus algirus, B. transversus,* etc.) habitent l'Europe méridionale et l'Algérie; d'autres (*Brachycerus ægyptiacus,* etc.), également la Grèce, la Syrie, la basse Égypte. Parmi les Ténébrionides, les Pimélies, les Tentyries, les Erodies, dépourvus d'ailes et incapables de se porter à longue distance, et du reste attachés aux localités arides et sablonneuses, dominent par le nombre des espèces au Maroc, en Algérie et en Espagne. Certains représentants de ces genres se trouvent à la fois en Corse, en Sardaigne, en Sicile et probablement en Tunisie. Plusieurs ne se rencontrent que sur les côtes du bassin oriental de la Méditerranée. Au genre *Asida,* qui est de la même famille, s'appliquent les mêmes observations; mais la prédominance de ses représentants en Espagne, au Maroc et en Algérie, est encore plus prononcée.

» Il est un genre de Coléoptères, des plus étranges par la configuration des antennes, celui des Paussus, dont les espèces appartiennent, en général, à l'Afrique et aux Indes orientales. A la grande surprise des naturalistes, on en découvrit, il y a peu d'années, une petite espèce aux environs de Tanger (*Paussus Favieri*). L'insecte a été trouvé depuis en Algérie, dans l'Espagne méridionale et en Provence. Une espèce voisine est en Grèce et en Anatolie. Un type bien caractéristique, les plus gros des Carabes, les Procères (*P. scabrosus,* etc.) sont en Grèce, en Turquie, en Syrie, dans l'Asie Mineure et en Crimée. Une espèce (*P. gigas*) se trouve à l'orient de l'Adriatique dans la Carniole et l'Illyrie.

» Il faut, de même que des Oiseaux, toujours se défier des Lépidoptères, qui ont des ailes capables de les transporter au loin; cependant, voici les Thaïs qui demeurent attachés à la région méditerranéenne. La plus commune (*Thaïs rumina*) se rencontre sur le littoral de l'Afrique et dans l'Espagne, la Provence, la Grèce, la Crimée. Une autre espèce (*T. Cerisyi*), ainsi qu'un type très particulier (*Doritis appollina*), demeure exclusivement dans les contrées orientales, la Grèce, l'Archipel, la Syrie, l'Asie Mineure, le bas Danube.

» Ainsi, la faune comme la flore, sur l'immense périmètre de la Méditerranée, offre un même caractère général, qui est des plus saisissants. A faible distance, dès les premiers reliefs du sol, ce caractère cesse d'exister. Tout en reconnaissant la dispersion des espèces végétales et animales les plus caractéristiques sur le pourtour entier de la Méditerranée, nous remarquons certaines particularités qui s'accusent suivant la longitude. Que l'on marche de l'Ouest à l'Est, elles se manifestent à l'observateur d'une manière sensible; elles sont à peine appréciables suivant la latitude. Entre les côtes

d'Andalousie, du Maroc, de l'Algérie occidentale, les îles Baléares, on ne saisit presque pas de différences. Entre l'Algérie, la Corse et la Sardaigne, les côtes de France et d'Italie, ce sont les mêmes rapports; l'absence de plusieurs espèces typiques sur nos rivages du Languedoc et de la Provence s'explique par la température plus basse et par l'action des vents du nord. A comparer les plantes et les animaux de la Sicile et de la Tunisie, on se croirait sur le même terrain. En explorant les contours de la mer Égée, on observe quelques types particuliers dans la faune ainsi que dans la flore : apparaît l'Orient; mais la Grèce et l'Archipel, les côtes de Turquie et les côtes de Syrie présentent le même caractère, et ce caractère s'étend jusqu'au littoral de la mer Noire.

» En résumé, si les rives méditerranéennes étaient rapprochées, l'investigateur le plus attentif passerait d'Europe en Afrique, ou d'Europe en Asie sans qu'aucun trait de la nature vivante l'en avertît. Or, comme des obstacles très médiocres s'opposent à la dissémination d'une foule de végétaux et d'animaux, on est bien assuré que la Méditerranée est un obstacle absolument infranchissable pour la plupart des êtres. De la considération de la faune et de la flore je tire donc la preuve irrécusable que la Méditerranée s'est ouverte dans l'âge actuel de la Terre, les animaux et les plantes que nous observons sur ses rivages étant dans les conditions mêmes où ils se trouvent de nos jours.

» Jusqu'à présent, j'aurais craint d'invoquer pour ma démonstration le caractère de la faune marine. La recherche infructueuse d'Edward Forbes, les résultats peu concluants des dragages opérés sur les côtes africaines en 1870 par MM. Carpenter et Gwyn Jeffries, autorisaient bien des doutes. Depuis l'exploration par les naturalistes français dont M. Alph. Milne-Edwards a rendu compte à l'Académie, toute incertitude, me semble-t-il, doit être bannie. Il est affirmé maintenant que la Méditerranée, dans les abîmes, est pauvrement habitée. La misère de la faune peut être attribuée aux conditions d'existence uniformes ou ingrates; mais il est reconnu que la Méditerranée, dans ses profondeurs, n'a pas d'espèces qui lui soient propres; celles qu'on y rencontre sont toutes venues de l'Océan. Il est de la plus grande probabilité que la faune littorale sera l'objet d'une remarque analogue, le jour où des investigations seront poursuivies sur les côtes du Maroc, du Portugal, de l'Espagne. Les Cétacés qui fréquentent la Méditerranée abondent dans l'Atlantique.

» Ainsi l'étude de la mer conduit à la pleine confirmation des vues que m'a suggérées l'étude des animaux terrestres.

» Durant les âges géologiques, il y eut certainement une mer intérieure qui, suivant toute apparence, s'ouvrait du côté de l'Orient ([1]); cette mer a disparu. Pendant la période actuelle du monde, à une date, ancienne selon l'histoire des hommes, récente selon l'histoire du globe, par suite d'un affaissement du sol, un vaste bassin s'est constitué, et du côté de l'Occident, les eaux de l'Atlantique y ont fait irruption. Ce point paraît acquis. Dans une direction nouvelle commence à se manifester la puissance de la science. Bientôt j'en apporterai d'autres exemples. »

M. **Alph. Milne-Edwards**, à la suite de la Communication de M. *Blanchard*, présente les considérations suivantes :

« Les intéressantes observations que M. Blanchard vient de nous exposer, relativement à la faune et à la flore du pourtour du bassin méditerranéen, montrent quels sont les services rendus par les Sciences naturelles aux Sciences géographiques. La Zoologie, la Botanique, la Géologie peuvent en effet jeter d'utiles lumières sur bien des points de l'histoire du globe qui, sans leur secours, resteraient obscurs. Les caractères des animaux et des végétaux de la vaste région comprise entre le Sahara au Sud et les Pyrénées, les Alpes, les Balkans et le Caucase au Nord, indiquent qu'il y a là un foyer zoologique spécial. De Candolle, Schmarda, Woodward, A.-R. Wallace, etc., en ont été frappés, et, bien que les uns n'aient pris en considération que la distribution des plantes, les autres celle des Mollusques ou des autres animaux, ils ont tous cherché à circonscrire ce foyer, et l'ont désigné tantôt sous le nom de *région*, de *sous-région* ou de *district méditerranéen*, tantôt sous celui de *région lusitanienne*.

» Cette uniformité des productions naturelles est-elle due à ce que la Méditerranée s'est creusée à une époque récente, au milieu d'une région déjà habitée par les animaux et les plantes que l'on retrouve aujourd'hui sur ses bords; ou bien ne peut-on l'expliquer par des communications faciles qui auraient existé autrefois entre les rives septentrionale et méridionale du bassin ou des bassins qui sont devenus la Méditerranée? Cette dernière manière de voir me semble la plus probable; effectivement les animaux terrestres ont pu passer d'Europe en Afrique et d'Afrique en Europe par deux larges isthmes dont le relief du fond de la mer accuse encore l'existence,

---

([1]) On juge de l'intérêt considérable que pourraient présenter des explorations des fonds de la mer Rouge et du golfe Persique.

d'une part, entre la Sicile et la Tunisie, d'autre part, entre l'Espagne et le Maroc. Les découvertes qui ont été faites des ossements de trois espèces d'Éléphants dans les cavernes de Malte montrent qu'à une époque géologiquement peu ancienne cet îlot rocheux était rattaché à des terres vastes et fertiles. Les Éléphants et les Hippopotames, dont on a trouvé aussi, à Gibraltar, les ossements, vivaient avant l'ouverture du détroit qui devait établir une libre communication entre les eaux de l'Océan et celles de la Méditerranée. La nature a fait pour cette mer, du côté de l'Occident, ce que M. F. de Lesseps a fait du côté de l'Orient; mais, tandis que les animaux de l'Atlantique trouvaient un large passage, facilement accessible, par le détroit de Gibraltar, ils ne pouvaient guère cheminer à travers le canal de Suez. Cependant, on a déjà constaté que quelques poissons du groupe des Squales s'étaient engagés dans cette voie, pour passer de la mer Rouge dans la Méditerranée.

» Cette mer s'est autrefois beaucoup étendue vers l'Est, du côté de la mer Noire, de la Caspienne et du lac d'Aral; elle a couvert en partie le Turkestan, et ses rivages s'avançaient peut-être jusqu'à l'Afghanistan. Il est possible qu'elle ait eu au Nord des communications avec les mers boréales; l'existence dans la Caspienne et dans le lac Baïkal de Phoques peu différents de ceux des mers arctiques fournirait un argument en faveur de cette opinion. Mais je ne pense pas que, depuis la période miocène, la Méditerranée ait communiqué avec l'océan Indien. La barrière qui s'oppose au mélange des faunes de ces deux grandes régions géographiques, quoique faible, était suffisante. Dans diverses publications, j'ai insisté sur l'importance que la configuration des terres, l'existence des courants et le développement des facultés locomotrices des animaux avaient sur la dissémination des espèces. Ces considérations trouvent ici leur application.

» Si l'on cherche quelles ont été à l'Ouest les limites de la région méditerranéenne, et quelles sont les terres qui se rattachaient à cette grande province zoologique, on ne trouve plus que des témoins isolés, tels que les Açores, Madère et les Canaries; les terres intermédiaires ont été submergées.

» Pour compléter ces études, dont l'importance ne saurait échapper à personne, il serait nécessaire d'explorer avec le plus grand soin le fond de la partie de l'Atlantique qui s'étend à l'ouest de ces îles jusqu'à la mer des Sargasses. Il faudrait aussi entreprendre dans la mer Rouge des investigations du même genre, par des sondages en tracer le relief et, à l'aide de dragages, en étudier la faune bathymétrique. J'ai eu récemment l'occasion de développer ce programme de recherches, au Ministère de l'Instruction pu-

blique, devant la Commission des voyages et missions scientifiques, qui a demandé à M. le Ministre de vouloir bien faciliter ces explorations, impossibles à réaliser sans les moyens dont dispose la marine d'un grand État. »

M. **Daubrée** dit que les géologues se féliciteront des documents que paraît leur fournir l'étude de la faune et de la flore actuelles sur les rives européenne et africaine de la Méditerranée; mais ils ne pourront adopter la conclusion qui vient d'être formulée d'une manière si absolue, que la Méditerranée entière est de formation toute récente.

« Des faits géologiques démontrent que les eaux de cette mer occupaient, au moins en grande partie, dès une époque très ancienne, l'espace recouvert par la Méditerranée : témoins, entre autres, les dépôts crétacés, éocènes et miocènes qui y sont connus. Plus tard, à l'époque pliocène, la mer dépassait les rivages actuels, ainsi que l'attestent les nombreux dépôts du terrain dit subapennin, qui l'encadrent sur de larges zones, avec un ensemble de fossiles identiques : en Espagne, en Provence, en Italie, sur les deux versants de l'Apennin; en Grèce, en Asie Mineure, en Tunisie, en Algérie, au Maroc. De plus, ces mêmes dépôts pliocènes, soulevé saussi à des hauteurs souvent notables au-dessus du niveau de la mer, se montrent dans toute l'étendue du bassin actuel, en de nombreuses îles, aussi bien dans la région occidentale que dans la région orientale; telles sont : Majorque, Minorque, la Corse, la Sardaigne, la Sicile, Milo, Santorin, la Crète, Chypre, qui jalonnent en quelque sorte le domaine de la mer à la fin de l'époque tertiaire.

» Rien ne prouve d'ailleurs que cette nappe d'eau marine fût continue et qu'il n'existât pas quelques langues de terre ou isthmes, par exemple, vers Gibraltar et vers la Sicile, qui auraient pu servir de ponts aux émigrations animales et végétales.

» Enfin, les insectes qui ont été pris comme exemple remontent peut-être à une époque bien plus ancienne que la période actuelle; on connaît l'extrême rareté des animaux de cette classe dans les terrains stratifiés. Ceux qui ont été rencontrés dans les couches les plus anciennes ont des formes très comparables à celles que nous voyons aujourd'hui. »

THERMOCHIMIE. — *Observations sur la décomposition des formiates métalliques en présence de l'eau;* par M. **Berthelot**.

« 1. Les expériences de M. Riban, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la dernière séance et dans la séance d'aujourd'hui ([1]), sont d'un haut intérêt, comme fournissant le type de l'étude détaillée d'une réaction organique. On sait que les auteurs se bornent, dans la plupart des cas, à exprimer par une équation celle des transformations sur laquelle leur attention a été plus particulièrement attirée, sans s'occuper des transformations simultanées. Les travaux plus soignés, où l'on étudie la réaction dans son ensemble, loin d'être tenus en plus grande estime, ont, au contraire, été plutôt moins réputés jusqu'ici, par un préjugé singulier et à cause de la complication en apparence plus grande des résultats. Cependant cette complication ne disparaît pas, parce qu'on la dissimule; ce qu'il importe de connaître, dans une science positive telle que la Chimie, ce sont les réactions réelles et non les figures schématiques qu'on est trop porté à y substituer : la connaissance ne devient complète que si l'on présente l'enchaînement des métamorphoses qui relient entre eux tous les produits observés.

» A ce point de vue, le travail de M. Riban me paraît offrir beaucoup d'importance. Je demande la permission de le commenter, au point de vue de la Mécanique chimique, c'est-à-dire de la Thermochimie.

» 2. Je commencerai par la réaction du sulfate d'argent sur le formiate de soude, réaction équivalente à la mise en œuvre du formiate d'argent. Cette réaction fournit en définitive du sulfate de soude, de l'acide carbonique, de l'argent et de l'hydrogène

$$SO^4Ag + C^2HNaO^4 = SO^4Na + C^2O^4 + H + Ag.$$

La réaction totale, rapportée aux corps séparés de l'eau, dégagerait

$$-(82,9 + 149,5) + (163,2 + 94,0) = +24^{Cal},7;$$

tous les corps supposés dissous, on aurait $+27^{Cal},9$; quantités de chaleur considérables, et qui rendent compte du phénomène.

» Celui-ci se produit d'ailleurs en deux phases, toutes deux exothermiques, savoir :

1° La décomposition du système en sulfate de soude, argent métallique,

---

([1]) *Voir* plus loin la nouvelle Note de M. Riban, p. 1082.

acides formique et carbonique,

$$2SO^4Ag + 2C^2HNaO^4 = 2SO^4Na + C^2H^2O^4 + C^2O^4 + Ag^2,$$

ce qui dégage, les sels et les acides supposés dissous : $+49^{Cal},3$;

2° La décomposition de l'acide formique, $C^2H^2O^4$, en acide carbonique et hydrogène, $C^2O^4 + H^2$, décomposition qui dégage, l'acide formique dissous et l'acide carbonique dissous : $+6^{Cal},5$.

» La décomposition ordinaire de l'acide formique par l'oxyde d'argent en présence de l'eau, sans développement d'hydrogène,

$$2C^2H^2O^4 + 2AgO = C^2H^2O^4 + C^2O^4 + H^2O^2 + Ag^2$$

s'explique plus aisément encore, car elle dégage

$$-(186,2+7)+(93,1+94+69) = +62^{Cal},9.$$

La production transitoire du formiate d'argent, que l'on observe en effet en ménageant la décomposition, s'accomplit avec un dégagement de chaleur intermédiaire, que l'on peut évaluer à 18^{Cal} environ, d'après les analogies tirées de la formation de l'acétate d'argent; c'est-à-dire qu'il y a d'abord dégagement de chaleur dans la production du formiate d'argent (18^{Cal} environ); puis qu'il se produit un nouveau dégagement de chaleur dans la décomposition ultérieure même du formiate ($+45^{Cal}$ environ). Les deux changements qui se succèdent sont tous deux exothermiques, conformément au théorème des transformations successives (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 145).

» La décomposition directe de l'acide formique en acide carbonique et hydrogène

$$C^2H^2O^4 = C^2O^4 + H^2$$

s'effectue avec dégagement de chaleur, $+5^{Cal},8$, tous les corps gazeux, comme je l'ai établi il y a longtemps (1).

» Le contact de l'argent abaisse la température de cette décomposition, d'après M. Riban : observation intéressante, et conforme à ce qui est établi pour le platine. Sans approfondir davantage cette réaction, il suffira de rappeler que les agents de contact interviennent ici en se conformant aux conditions normales de leur action, c'est-à-dire en facilitant une réaction exothermique (2).

(1) + 6,5 tous les corps dissous; ce qui en rend aussi l'état comparable.

(2) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 27 et 465.

» 3. Examinons maintenant les réductions des sels de mercure par l'acide formique. Soit la réaction connue de cet acide sur le bichlorure [1],

$C^2H^2O^4$ dissous $+ 2HgCl$ dissous $= C^2O^4$ gaz $+ Hg^2Cl + HCl$ étendu $+ HO$

dégage

$$-(+93,1+59,6)+(94+40,9+39,3+34,5)=+56^{\text{Cal}},0.$$

On s'explique aisément la facilité avec laquelle cette réaction s'accomplit.

» En présence d'un excès de bichlorure, elle n'est pas totale, parce que le mercure se transforme à mesure en protochlorure.

» Il en serait autrement si le bichlorure était employé seulement dans la dose convenable pour produire du formiate mercurique; alors

$C^2H^2O^4$ dissous $+ 2HgCl$ dissous $= C^2O^4$ gaz $+ 2HCl$ étendu $+ Hg^2$

dégage

$$(-93,1+59,6)+(94+78,6)=+19,9.$$

» Tous ces résultats, indiqués par la théorie, sont conformes à l'expérience. Ils n'excluent pas la formation primitive des formiates mercurique et mercureux, produits avec des dégagements de chaleurs intermédiaires et successifs, ainsi qu'il a été dit pour le sel d'argent.

» 4. Arrivons au formiate de cuivre. Ce sel se décompose d'abord, en présence de l'eau, d'après M. Riban, en acide formique, oxyde cuivreux et acide carbonique. Or

$4C^2HCuO^4$ (anhydre) $+ H^2O^2 = 3C^2H^2O^4$ liquide $+ 2Cu^2O + C^2O^4$ gaz

dégage

$$-(336,4+69)+(279+42+94)=+90,4.$$

» L'acide formique lui même se détruit, quoique plus lentement, en présence du protoxyde de cuivre, et il en résulte de l'acide carbonique et de l'hydrogène, réaction exothermique, comme il a été dit plus haut. Elle est accélérée par la présence du protoxyde de cuivre; peut-être en raison de la formation de quelque trace d'un formiate cuivreux, jouant le rôle d'intermédiaire, conformément à ce que j'ai établi pour la réaction de l'oxyde d'argent, et de l'argent lui-même sur l'eau oxygénée [2].

» Enfin, dans la dernière phase du phénomène, l'hydrogène, resté seul en présence de l'oxyde cuivreux, le réduit définitivement à l'état de cuivre

---

(1) Les calculs sont établis ici pour l'état dissous, afin de simplifier.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 146.

métallique. En effet,

$$Cu^2O + H = Cu^2 + HO \text{ gaz}$$

dégage

$$-21 + 29 = +8^{Cal}.$$

» On voit comment la suite des métamorphoses, étudiées avec tant de sagacité par M. Riban, s'explique et se coordonne par les relations thermochimiques des corps qui entrent en réaction. »

CHIMIE. — *Sur le principe des surfaces de séparation;* par M. **Berthelot**.

« Dans l'une des précédentes séances de l'Académie, M. Lemoine lui a présenté son ouvrage sur les *Équilibres chimiques*.

» Peut-être aurai-je occasion d'en dire prochainement tout le bien que j'en pense; mais je demande à l'auteur la permission de relever une erreur de date, relative à l'historique du principe des surfaces de séparation. Ce principe, on le sait, s'applique à une multitude de phénomènes chimiques accomplis dans les systèmes hétérogènes, tels que la dissociation, la dissolution d'un solide dans un liquide, celle d'un gaz dans un liquide, le partage d'un corps entre deux dissolvants, etc.

» En en reproduisant l'énoncé (p. 163), M. Lemoine ajoute en note: « Ces considérations, dues à M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, année 1872, et *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 96) sont toutes semblables à celles que j'avais développées moi-même en 1871, en les précisant par le calcul » (*Comptes rendus*, 23 octobre 1871).

» J'ai donné l'énoncé de ce principe non en 1872, mais en 1869 (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 404).

» Il est la conséquence de ce fait, que dans les systèmes non homogènes les corps ne sont en contact « que par une surface limitée; là seulement peuvent entrer en jeu les forces qui tendent à renverser la réaction et qui en déterminent la limitation » (*Annales de Chimie et de Physique*, octobre 1869, p. 140). Ces considérations avaient été déjà développées dans mon cours du Collège de France en 1865 et signalées dès 1862 dans mes *Recherches sur l'éthérification*. »

M. de **Lesseps**, en présentant à l'Académie les Cartes et plans d'un projet de chemin de fer entre le Niger et le Soudan, par le Fonta-Djallon, s'exprime ainsi :

» Le Fonta-Djallon offre, dans son ensemble, un plateau central (le

plateau de Kahel), d'où s'étendent vers la mer cinq vallées parallèles, séparées entre elles par de longues et étroites chaînes de granit, aux flancs à pic, en forme de falaises. Le plateau de Kahel est situé à 350^{km} des côtes, son altitude est de 1000^{m}, son climat est, dit-on, celui de la France, moins les froids de l'hiver. Le minerai de fer est abondant dans toute la région.

» Le Fonta-Djallon est le passage le plus court et le plus sûr pour relier la mer au Niger et au Soudan, habité par 40 millions d'hommes, et dont le sol est très fertile en produits du sol et en richesses minérales.

» M. Olivier de Sanderval, par des voyages successifs, entièrement à ses frais, s'est assuré les bonnes dispositions de l'iman de Timbo dans le Fonta-Djallon. Il a rapporté un traité qui l'autorise à construire un chemin de fer, de la mer au Niger, par Timbo. Ce traité a été remis au gouvernement.

» Le général Faidherbe avait prévu les avantages d'une route par Timbo, et son envoyé, M. Lambert, en 1860, avait conclu à la nécessité de construire cette route. Le nom du général Faidherbe, dit M. Olivier, est légendaire dans le Fonta-Djallon. Le roi de Timbo ne le prononce qu'avec respect. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur les lois fondamentales de l'Électrodynamique.* Mémoire de M. P. Le Cordier. (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Fizeau.)

M. P. Lecordier demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 19 septembre 1881. Il adresse, en même temps, l'analyse suivante du Mémoire contenu dans ce pli :

« Le présent Mémoire est purement mathématique, et comprend deux Parties. La première a pour but d'établir les lois, découvertes par Ampère, de l'action d'un courant linéaire fermé, fixe et permanent, sur un élément de courant fixe et permanent, qui n'en fait pas partie; d'y rattacher l'étude de toutes les forces pondéromotrices observables sur ce même élément et sur un aimant fixe et permanent, extérieur aussi au système agissant, lequel peut comprendre des courants fermés, fixes et permanents, des aimants fixes et permanents, et le magnétisme terrestre; d'exclure toute hypothèse contestée, et de fonder uniquement cette théorie sur les cas d'équilibre les plus simples, réduits au plus petit nombre possible, énoncés sous forme

abstraite, et reposant tous, excepté deux, sur des expériences très précises.

» Cette première Partie renferme le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter le 2 novembre 1874 (¹).

» Pour écarter toute hypothèse, il faut représenter l'action pondéromotrice sur l'élément de courant par une force appliquée en un de ses points et par un couple. Le couple est trouvé nul, et la force perpendiculaire à l'élément, en vertu des deux énoncés suivants : un système quelconque d'un ou de plusieurs corps, pouvant comprendre des courants fermés, des aimants et le magnétisme terrestre, et agissant sur un rhéophore extérieur, ne tend à en faire tourner ni un arc circulaire, mobile dans son plan autour de son centre, ni une portion cylindrique de rayon infiniment petit, mobile autour de son axe. Ce sont précisément ces deux cas d'équilibre qui ont besoin d'expériences nouvelles ; et, quelle qu'en soit la difficulté, on est dans l'alternative de les refaire avec précision, ou de renoncer à démontrer les lois de l'Électrodynamique les plus générales qu'il soit possible d'observer, sans invoquer quelque principe douteux.

» Je démontre ensuite, comme principe expérimental, un fait bien connu comme principe purement mathématique. L'unité d'intensité d'un pôle d'aimant, ainsi que l'unité d'intensité d'un pôle de solénoïde, étant définie celle qui repousse son égale avec l'unité de force à l'unité de distance, l'expérience prouve qu'elles se repoussent aussi mutuellement avec l'unité de force à l'unité de distance. La valeur numérique de cette répulsion, que le principe de la conservation de l'énergie et la Mécanique rationnelle laissent indéterminée, ne peut égaler l'unité que par un hasard bien singulier, ou en vertu de l'unité de la cause des trois actions mutuelles entre deux pôles d'aimants, entre deux pôles de solénoïde et entre un pôle d'aimant et un pôle de solénoïde. L'hypothèse des courants moléculaires d'Ampère, qui implique cette identité, se trouve ainsi en partie démontrée. Le fait invoqué est d'ailleurs assez connu pour n'avoir pas besoin d'expérience nouvelle, comme celle que j'ai énoncée dans le tome LXXI, p. 533 des *Comptes rendus*, ou comme l'expérience, encore plus simple et plus susceptible de précision, qui est indiquée dans le Mémoire actuel.

» La seconde Partie de ce Mémoire renferme une exposition succincte

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 984. L'usage de donner le signe + au pôle nord d'un solénoïde veut qu'on lise *négative*, au lieu du premier mot *positive* d'une ligne voisine du milieu de la page 986.

des hypothèses d'Ampère et de Grassmann sur l'action mutuelle de deux éléments de courants. La théorie des forces pondéromotrices produites par les courants fermés, fixes et permanents, à trois dimensions, sur un élément de courant extérieur, fixe et permanent, est dans la première Partie, parce qu'elle repose uniquement sur l'hypothèse non contestée de la décomposition de ces courants en éléments de courants linéaires, d'où résulte qu'ils sont décomposables en courants linéaires fermés, par l'adjonction d'un système de courants linéaires fictifs, deux à deux égaux, superposés et de sens contraires.

» Enfin la théorie des courants à trois dimensions est appliquée à la mesure de l'intensité absolue des courants traversant la surface de la Terre, courants dont l'existence est démontrée *a priori* par une loi d'Ohm, et par le fait de la différence de potentiel observée entre le sol et l'atmosphère. Cette intensité peut se calculer, en effet, par les valeurs simultanées de la déclinaison et de la composante horizontale du magnétisme terrestre, en un nombre suffisant de points convenablements distribués sur la surface de la Terre, et ses variations par les variations des deux mêmes éléments, pourvu qu'elle excède la plus petite intensité répondant à la limite de précision des observations. Cette inégalité serait bien démontrée, si les observatoires magnétiques étaient assez nombreux et s'ils publiaient des mesures simultanées. Il suffirait, en effet, que le rapport de l'intensité, calculée par la méthode des moindres carrés, à l'erreur moyenne à craindre dont elle serait affectée, fût un nombre assez grand pour lever les doutes. C'est ce qu'il n'est pas facile d'obtenir, en raison de l'insuffisance des observations simultanées et du défaut de simultanéité des mesures locales, qui introduit une erreur systématique et met en défaut la méthode de Gauss, applicable seulement au cas des erreurs fortuites. Cette considération m'a fait supprimer, comme peu concluants, les quelques exemples numériques d'intensités que j'ai obtenus, avec des valeurs triples environ des erreurs moyennes à craindre correspondantes. »

VITICULTURE. — *Sur un moyen d'empêcher le développement du Phylloxera, par le gazonnement du sol dans l'intervalle des ceps de vignes.* Note de M. P. BIDAULD.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« MM. Becquerel ont constaté qu'un sol dénudé acquiert, pendant la belle saison, une température beaucoup plus élevée qu'un sol gazonné.

D'autre part, l'échauffement du sol est très favorable à l'éclosion du Phylloxera aptère et encore davantage à celle du Phylloxera ailé, qui est la cause principale de la fécondité et de l'envahissement au loin de l'espèce. Cette femelle ailée apparaît seulement à l'époque des plus fortes chaleurs : ne pourrait-on pas présumer qu'une diminution de quelques degrés de température, dans le sol, empêcherait son éclosion?

» Les expériences de divers auteurs semblent affirmer d'avance que, si l'on diminuait la température du sol, on arrêterait la propagation du Phylloxera. Plusieurs auteurs ont proposé de cultiver dans les vignes telles plantes, qui, disent-ils, tuent ou au moins éloignent le Phylloxera; un autre propose de tasser la terre au pied des ceps; tel propriétaire avance qu'il a vu sa vigne se refaire après l'avoir abandonnée, c'est-à-dire livrée à la mauvaise herbe. A mon avis, si ces divers procédés ont donné quelques résultats, c'est en empêchant l'échauffement du sol.

» J'ajouterai encore que tous les observateurs sont d'accord pour constater que la vigne cultivée en hautins se défend très longtemps contre le Phylloxera : conséquence, dirai-je encore, de l'abaissement de température du sol, causé par la présence des récoltes cultivées entre les rangs de ceps. Mais, aussi, ces récoltes sont enlevées trop tôt; de plus, on réserve toujours au pied des hautins une bande de terre dénudée (la hauteur des récoltes tient cependant cette bande de terre un peu à l'ombre), ce qui permet le lent envahissement des hautins par le Phylloxera ([1]).

» Mon hypothèse est encore soutenue par ce fait, que le Phylloxera se propage moins rapidement dans les départements relativement froids que dans ceux du Midi.

» Couvrir le sol, d'avril en octobre, soit avec des récoltes, soit avec du gazon, soit même avec des paillassons, ou encore en combinant ces divers procédés, si l'on tient à laisser dénudées, pour l'aération des racines, les parties du sol avoisinant immédiatement le pied des ceps, tel serait le moyen de défense que je propose d'essayer contre le Phylloxera. »

([1]) Les fourmis nous offrent une observation, qui prouve encore qu'un sol gazonné est peu favorable aux éclosions. Lorsqu'elles établissent leurs nids dans les prés, elles sont dans la nécessité, pour faire éclore leurs œufs, d'élever à travers les brins d'herbes des sortes de tours, faites avec de la poussière de terre, dans lesquelles elles ménagent des galeries où elles installent leurs œufs pendant le jour; sur un sol dénudé, elles ne font aucun travail semblable, si ce n'est dans les saisons très pluvieuses.

M. **Guilloud** adresse divers documents confirmant l'efficacité de son procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Galasso** adresse une Note relative à un remède contre la diphthérie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur l'articulation de certaines consonnes chez les races anciennes ».

(Cette Note sera transmise à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.)

L'**Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** annonce qu'elle a désigné MM. Heuzey, Perrot et Lenormant pour être adjoints à la Commission de l'Académie des Sciences chargée d'examiner la Note de M. l'amiral Serres, relative à la restitution de la Trière athénienne.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La traduction française du « Rapport sur les actes et résultats de la troisième conférence polaire internationale, tenue à Saint-Pétersbourg du 1er au 6 août 1881 ».

2° Un Volume de M. *G. Retzius*, intitulé « Études morphologiques et histologiques sur les organes de l'oreille ».

ASTRONOMIE. — *Ephéméride de la planète* (217) *Eudore* (suite) [1]. Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

Positions apparentes de la planète (217), *Eudore*.

Minuit. Temps moyen de Berlin.	Ascension droite.	Déclinaison.	log r.	log Δ.
1881. Décembre 25...	6h.19m.37s	+ 9°.53′,0	0,5313	0,3865
26...	6.18.43	+ 9.54,6		

[1] Voir ce Volume, p. 832.

Minuit. Temps moyen de Berlin.		Ascension droite.	Déclinaison.	log r.	log Δ.
		h m s	° ′		
1881. Décembre	27...	6.17.50	+ 9.56,2		
	28...	6.16.57	+ 9.57,8		
	29...	6..16 4	+ 9.59,5	0,5324	0,3883
	30...	6.15.11	+10. 1,2		
	31...	6.14.19	+10. 3,0		
1882. Janvier...	1...	6.13.27	+10. 4,8		
	2...	6.12.36	+10. 6,7	0,5334	0,3910
	3...	6.11.45	+10. 8,7		
	4...	6.10.55	+10.10,8		
	5...	6.10. 5	+10.13,0		
	6...	6. 9.16	+10.15,3	0,5345	0,3945
	7...	6. 8.27	+10.17,7		
	8...	6. 7.39	+10.20,2		
	9...	6. 6.52	+10.22,7		
	10...	6. 6. 5	+10.25,2	0,5355	0,3988
	11...	6. 5.19	+10.27,8		
	12...	6. 4.34	+10.30,5		
	13...	6. 3.50	+10.33,2		
	14...	6. 3. 7	+10.36,0	0,5365	0,4039
	15...	6. 2.24	+10.38,9		
	16...	6. 1.42	+10.41,8		
	17...	6. 1. 1	+10.44,8		
	18...	6. 0.22	+10.47,8	0,5375	0,4096
	19...	5.59.44	+10.50,9		
	20...	5.59. 7	+10.54,0		
	21...	5.58.31	+10.57,2		
	22...	5.57.55	+11. 0,4	0,5385	0,4160
	23...	5.57.21	+11. 3,6		
	24...	5.56.49	+11. 6,9		
	25...	5.56.17	+11.10,2		
	26...	5.55.47	+11.13,5	0,5395	0,4229

» On croit utile de rappeler que la planète est sans doute à la limite de visibilité dans la présente opposition, qui est la seconde, et que, dans l'opposition prochaine, la planète sera également très faible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'introduction des logarithmes dans les critériums qui déterminent une limite supérieure du nombre des racines d'une équation qui sont comprises entre deux nombres donnés.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« La proposition fondamentale, sur laquelle reposent presque toutes les règles qui déterminent une limite supérieure du nombre des racines d'une équation qui sont comprises entre deux nombres donnés, peut s'énoncer de la manière suivante :

» Soit $F(x)$ une fonction quelconque de x et telle que, dans son développement, tous les coefficients soient positifs; soient de plus $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ des quantités positives quelconques rangées par ordre décroissant de grandeur.

» Considérons l'équation

$$A_0 F(a_0 x) + A_1 F(a_1 x) + \ldots + A_n F(a_n x) = 0;$$

désignons par m le nombre de ses racines [1] positives et formons la suite des quantités

$$p_0 = A_0, \quad p_1 = A_0 + A_1, \quad p_2 = A_0 + A_1 + A_2, \quad \ldots,$$
$$p_n = A_0 + A_1 + \ldots + A_n.$$

» J'ai déjà montré que m était au plus égal au nombre des variations que présente la suite

$$p_0, \ p_1, \ p_2, \quad \ldots, \ p_n.$$

Mais on peut obtenir une limite plus précise en tenant compte des valeurs numériques des coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_n$.

» On peut démontrer, en effet, que m est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$p_0 \log\frac{a_0}{a_1}, \quad p_0 \log\frac{a_0}{a_1} + p_1 \log\frac{a_1}{a_2}, \quad p_0 \log\frac{a_0}{a_1} + p_1 \log\frac{a_2}{a_1} + p_2 \log\frac{a_3}{a_2}, \quad \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0 \log\frac{a_0}{a_1} + p_1 \log\frac{a_2}{a_1} + \cdots + p_{n-1} \log\frac{a_n}{a_{n-1}}, \quad p_n.$$

---

[1] J'entends, par racines de cette équation, les nombres par lesquels le premier membre est *convergent* et a pour valeur zéro.

» J'ajouterai que, si m et le nombre des variations sont différents, leur différence est un nombre pair.

» 2. On peut, dans un grand nombre d'applications, éviter l'emploi des logarithmes.

» Considérons, par exemple, l'équation

$$(1) \qquad A_0 x^{a_0} + A_1 x^{a_1} + A_2 x^{a_2} + \ldots + A_n x^{a_n} = 0,$$

où $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ désignent des nombres croissants arbitraires, rationnels ou irrationnels.

» Si l'on pose $x = e^{-y}$, le nombre m des racines positives de l'équation (1), qui sont comprises entre zéro et un, est égal au nombre des racines positives de l'équation

$$A_0 e^{-a_0 y} + A_1 e^{-a_1 y} + A_2 e^{-a_2 y} + \ldots + A_n e^{-a_n y},$$

ou encore, ω désignant une quantité arbitraire, de l'équation

$$A_0 e^{(\omega - a_0)y} + A_1 e^{(\omega - a_1)y} + A_2 e^{(\omega - a_2)y} + \ldots + A_n e^{(\omega - a_n)y} = 0.$$

Supposons le nombre ω tellement choisi que toutes les quantités

$$\omega - a_0, \quad \omega - a_1, \quad \omega - a_2, \quad \ldots, \quad \omega - a_n,$$

soient positives.

» En faisant application de la proposition précédente et en conservant les mêmes notations, relativement aux quantités $p_0, p_1, \ldots, p_n$, on voit que m est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$p_0 \log \frac{\omega - a_0}{\omega - a_1}, \quad p_0 \log \frac{\omega - a_0}{\omega - a_1} + p_1 \log \frac{\omega - a_1}{\omega - a_2}, \quad \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0 \log \frac{\omega - a_0}{\omega - a_1} + p_1 \log \frac{\omega - a_1}{\omega - a_2} + \cdots + p_{n-1} \log \frac{\omega - a_{n-1}}{\omega - a_u}, \quad p_n.$$

» Si nous donnons à ω une très grande valeur, on a sensiblement

$$\log \frac{\omega - a_i}{\omega - a_{i+1}} = \frac{a_{i+1} - a_i}{\omega}.$$

D'où la proposition suivante :

» *Le nombre des racines positives de l'équation* (1), *qui sont inférieures à*

l'unité, est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$p_0(a_1-a_0),\ p_0(a_1-a_0)+p_1(a_2-a_1),$$
$$p_0(a_1-a_0)+p_1(a_2-a_1)+p_2(a_3-a_2),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0(a_1-a_0)+p_1(a_2-a_1)+\ldots+p_{n-1}(a_n-a_{n-1}),\ p_n,$$

proposition que, dans ma précédente Communication, j'avais déduite de la considération de l'intégrale

$$\int_0^\infty e^{-zx}\mathrm{F}(z)\,dz.$$

» **3.** Une autre application importante du théorème fondamental se rencontre dans l'étude des équations de la forme

$$\frac{A_0}{x-a_0}+\frac{A_1}{x-a_1}+\frac{A_2}{x-a_2}+\cdots+\frac{A_n}{x-a_n}=0;$$

j'ai déjà donné des règles permettant de déterminer une limite du nombre des racines qui sont comprises entre deux nombres donnés ; mais celles que l'on obtient, en suivant la voie que je viens d'indiquer, sont presque aussi simples et beaucoup plus précises dans un grand nombre de cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle de la forme* $f\left(u,\frac{du}{dz}\right)=0$; par M. L. **Fuchs**. Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

« Je vous ai déjà parlé du prix que j'attache à la méthode pour intégrer les équations différentielles de la forme $f\left(u,\frac{du}{dz}\right)=0$, que vous avez donnée dans vos Leçons à l'École Polytechnique. Je crois qu'il serait possible d'en tirer le Tableau de toutes les équations de ce genre qui admettent pour solutions des fonctions uniformes de la variable. Voici un exemple : supposons que l'on cherche toutes les équations

$$\text{(1)}\qquad \left(\frac{du}{dz}\right)^m=\mathrm{F}(u)=(u-a_1)^{n_1}(u-a_2)^{n_2}\ldots$$

qui s'intègrent par des fonctions uniformes et doublement périodiques, problème qu'ont résolu MM. Briot et Bouquet. La difficulté principale

qu'il faut vaincre consiste dans la détermination des dénominateurs des fractions $\frac{n_i}{m}$, supposées réduites à leur plus simple expression. On y parvient comme il suit, en employant votre méthode d'intégration. Je pose

$$\frac{n_i}{m} = \frac{\nu_i}{\mu_i},$$

où ν_i, μ_i n'ont aucun diviseur commun, et semblablement

$$\frac{n_1 + n_2 + \ldots}{m} = \frac{\nu}{\mu},$$

ν et μ étant premiers entre eux. Cela posé, si l'équation (1) est intégrable par des fonctions uniformes et doublement périodiques, il faut que le nombre p, désignant la classe de la fonction algébrique η de u, définie par l'équation

$$(2) \qquad \eta^m = \mathrm{F}(u),$$

soit égal à l'unité. Nommons ω le nombre des points de ramification simple de cette fonction, et employons une formule connue de Riemann [*Théorie des fonctions abéliennes* (*Journal de Borchardt*, t. LIV, n° 7)]

$$\omega - 2m = 2(p - 1);$$

vous voyez qu'on en conclut

$$(3) \qquad \omega = 2m.$$

Or, dans le point a_i se confondent $\frac{\mu_i - 1}{\mu_i} m$ points de ramification simple; d'ailleurs les entiers n_1, n_2, ... n'ont point tous un même facteur commun avec le nombre m, et comme, dans $z = \infty$, se confondent encore $\frac{\mu - 1}{\mu} m$ points de ramification simple, l'équation (3) donne

$$(4) \qquad \zeta - 1 = \sum \frac{1}{\mu_i} + \frac{1}{\mu},$$

en désignant par ζ le nombre des points a_1, a_2, ... pour lesquels $\mu_i > 1$, le signe Σ se rapportant à tous ces points.

» De cette équation résulte d'abord

$$(5) \qquad \zeta \geqq 2,$$

et, d'autre part, ayant $\mu_i \geqq 2$, $\mu \geqq 1$, on conclut de l'équation (4)

$$(6) \qquad \zeta \leqq 4.$$

On a donc ces trois cas à distinguer :

I. $\zeta = 2$ .... $\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu} = 1$;

II. $\zeta = 3$ .... $\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} + \frac{1}{\mu} = 2$;

III. $\zeta = 4$ .... $\frac{1}{\mu_1} + \cdots + \frac{1}{\mu_4} + \frac{1}{\mu} = 3$.

» Les solutions de ces équations fournissent le Tableau qu'ont donné MM. Briot et Bouquet dans le *Journal de l'École Polytechnique* (XXXVI[e] Cahier, p. 222). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier*. Note de M. **A.-E. Pellet**.

« **1**. Soit P le produit des racines d'une congruence irréductible suivant le module premier p, de degré ν, $F(x) \equiv 0 \pmod{p}$; n désignant l'exposant auquel appartient P suivant ce module p, $F(x)$ appartient, suivant le module p, à l'exposant Nn, N étant un nombre entier tel que les nombres n et $\frac{p^\nu - 1}{(p-1)N}$ soient premiers entre eux.

» **2**. *q étant un facteur premier de n, $F(x^q)$ est irréductible (mod. p), si q ne divise pas $\frac{p-1}{n}$; si q divise $\frac{p-1}{n}$, $F(x^q)$ se décompose en un produit de q facteurs irréductibles (mod. p), d'égal degré ν.*

» Il en résulte que $F(x^\lambda)$ est irréductible (mod. p), si, ν étant pair, λ ne contient que des facteurs premiers de n, ne divisant pas $\frac{p-1}{n}$; lorsque ν est impair, on ne peut faire entrer dans λ qu'une fois le facteur 2, si p est de la forme $4m - 1$.

» 3. Soit $F_1(x) \equiv 0 \pmod{p}$ une congruence irréductible de degré ν_1, premier avec ν; désignons par i une racine de $F(x) \equiv 0 \pmod{p}$, par i_1 une racine de $F_1(x) \equiv 0 \pmod{p}$, par I le produit ii_1; I est racine d'une congruence irréductible de degré $\nu\nu_1$, $\mathcal{F}(x) \equiv 0 \pmod{p}$. q_1 désignant un facteur premier de N ne divisant pas $p - 1$, $\mathcal{F}(x^{q_1})$ est irréductible (mod. p),

si q_1 ne divise pas $\frac{p^\nu - 1}{N}$; si q_1 divise $\frac{p^\nu - 1}{N}$, $\mathfrak{F}(x^{q_1})$ se décompose en q_1 facteurs irréductibles d'égal degré $\nu\nu_1$.

» Il en résulte que $\mathfrak{F}(x^\lambda)$ est irréductible (mod. p) si λ ne contient que des facteurs premiers de N, ne divisant aucun des deux nombres $p - 1$ et $\frac{p^\nu - 1}{N}$; les facteurs premiers de λ peuvent être affectés d'exposants quelconques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème d'Arithmétique;* par M. MATHIEU WEILL.

« Considérons un nombre $n = p.q$. Cherchons de combien de manières on peut former, avec n lettres, p groupes contenant chacun q lettres. Si, dans chacune des formations considérées, on permute d'abord les q lettres de chaque groupe entre elles, puis les groupes entre eux, on aura un nombre de permutations des n lettres égal à

$$[1.2.3\ldots q]^p [1.2.3\ldots p].$$

» Si l'on appelle x le nombre des formations, on voit que l'on aura

$$x[1.2.3\ldots q]^p [1.2.3\ldots p] = 1.2.3\ldots n,$$

et, comme x est entier, on a ce théorème :

» *Le produit* $1.2.3\ldots n$ *est divisible par* $[1.2.3\ldots q]^p [1.2.3\ldots p]$, *et, par suite, aussi par* $[1.2.3\ldots p]^q [1.2.3\ldots q]$.

» Cela posé, considérons un nombre $N = \alpha + pq$, et cherchons à former, avec un nombre de lettres égal à N, un assemblage contenant α lettres et p groupes de q lettres.

» Le nombre de manières de prendre α lettres, parmi les lettres considérées, au nombre de N, est égal à

$$\frac{1.2.3\ldots N}{[1.2.3\ldots \alpha][1.2.3\ldots (pq)]}.$$

» Ayant pris α lettres, il en reste un nombre égal à pq, qui donnent naissance à un nombre x de formations renfermant p groupes contenant chacun q lettres. Le nombre des formations demandées est alors égal à

$$\frac{1.2.3\ldots N}{[1.2.3\ldots \alpha][1.2.3\ldots q]^p [1.2.3\ldots p]}.$$

» Si l'on considère, en général, un nombre

$$N = \alpha + \beta + \ldots + pq + p_1 q_1 + \ldots,$$

on peut énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Si l'on considère un nombre*

$$N = \alpha + \beta + \ldots + p.q + p_1.q_1 + \ldots,$$

l'expression

$$\frac{1.2.3\ldots N}{[1.2.3\ldots\alpha][1.2.3\ldots\beta]\ldots[1.2.3\ldots q]^p[1.2.3\ldots p][1.2.3\ldots q_1]^{p_1}[1.2.3\ldots p_1]\ldots}$$

représente un nombre entier.

» On peut encore généraliser de la manière suivante : Si le nombre (pq) est remplacé par $(r.t.v.p)$, par exemple, les facteurs du dénominateur de l'expression considérée, relatifs à p et à q, pourront être remplacés par le produit suivant :

$$(1.2.3\ldots r)^{t.v.p}(1.2.3\ldots t)^{v.p}(1.2.3\ldots v)^p(1.2.3\ldots p).$$

» Le théorème énoncé, et qui est susceptible d'un grand nombre d'applications diverses, comprend, comme cas particulier, le théorème bien connu relatif au produit $[1.2.3\ldots m]$, qui est toujours divisible par le produit $[1.2.3\ldots\alpha][1.2.3\ldots\beta]\ldots[1.2.3\ldots\lambda]$, la somme $\alpha+\beta+\ldots+\lambda$ étant égale ou inférieure à m; notre théorème prouve que, si p des nombres α, β, ... deviennent égaux entre eux, le produit $[1.2.3\ldots m]$ devient, par cela même, divisible par un nouveau facteur, qui est le produit $[1.2.3\ldots p]$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Amplitude de l'oscillation diurne de la déclinaison magnétique obtenue à l'Observatoire du Royal Collège Charles-Albert, à Moncalieri, dans les années* 1879 *et* 1880. Note de M. **Denza**.

« Il y a deux ans, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats obtenus dans cet Observatoire pendant la période qui s'étend de 1871 à 1878, relativement à la variation diurne de la déclinaison magnétique.

» Je crois utile de lui adresser aujourd'hui, comme suite, les résultats obtenus dans les deux dernières années, 1879 et 1880, sur ce même élément

de Physique terrestre, afin d'en pouvoir suivre régulièrement la marche dans nos régions.

» J'indique ci-après les valeurs moyennes de l'amplitude de l'oscillation diurne, observée avec l'aiguille de déclinaison, pendant chaque mois, dans les deux années 1879 et 1880.

» Il est à remarquer que les moyennes correspondantes aux deux mois d'avril et de mai 1879 s'approchent peu de la réalité, la première étant trop faible, et la seconde trop forte. Il faut en attribuer la cause aux réparations que l'on a dû faire à l'instrument, en raison de quelques dégâts qui y étaient survenus, ce qui fait que les observations ont été interrompues depuis le 15 avril jusqu'au 10 mai.

» Les chiffres contenus dans le Tableau suivant représentent des minutes d'arc, avec les centièmes.

Valeurs moyennes de l'excursion diurne de la déclinaison magnétique, déduites des observations trihoraires de 6^h *m. à* 9^h *s., à Moncalieri, pendant les années* 1879 *et* 1880.

	1879.	1880.
Janvier	3',25	3',51
Février	3,75	6,03
Mars	5,05	7,60
Avril	5,20?	8,43
Mai	8,14?	7,08
Juin	8,28	8,40
Juillet	8,32	9,41
Août	9,29	7,73
Septembre	8,14	7,20
Octobre	7,64	5,61
Novembre	4,92	5,75
Décembre	3,22	3,80

» De la simple inspection de ces valeurs, on déduit que la marche de la variation journalière de la déclinaison magnétique durant ces dernières années a été, dans son ensemble, telle que je l'avais exposée dans la Note précitée, en m'appuyant sur les résultats moyens mensuels de la période 1871-1878, c'est-à-dire que :

» 1° Le minimum des valeurs se présente dans les mois d'hiver, et leur maximum correspond aux mois d'été;

» 2° Les valeurs des mois d'été sont très variables. En 1879, la valeur du mois de juillet a été inférieure à celle du mois d'août, tandis que le contraire a eu lieu en 1880.

» Les valeurs moyennes annuelles de l'amplitude de la course de la déclinaison magnétique sont, pour Moncalieri :

En 1879....................	6',32
En 1880....................	6',71.

» La première de ces deux valeurs n'est pas entièrement exacte, pour la raison que j'ai indiquée plus haut. Mais toutes les deux sont supérieures à celles des années 1877 et 1878; celle de 1878 est la plus faible de toute la période 1870-1881.

» Ainsi est confirmé ce que j'avançais dans ma Note précédente, à savoir que l'époque du minimum est déjà passée, et qu'il a eu lieu en 1878, ou plutôt entre les années 1877 et 1878. Car, si l'on examine les moyennes mensuelles, les plus faibles sont celles de décembre 1877, et de janvier et décembre 1878. La première période, qui s'étend du mois de décembre 1877 au mois de février 1878, doit être considérée comme la vraie époque du minimum pour la série 1870-1880; pendant presque huit décades consécutives, depuis la première du mois de décembre 1877 jusqu'à la seconde de février 1878 inclusivement, la course moyenne de la déclinaison n'a jamais atteint trois minutes d'arc.

» Le minimum mensuel des onze dernières années a été celui de décembre 1877 (2',49); mais le minimum absolu par décade s'est produit dans la seconde décade du même mois de l'année suivante 1878; il a été de 2',05. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la méthode de M. Lippmann pour la détermination de l'ohm.* Note de M. **Brillouin**.

« Les observations que j'ai présentées, dans une Communication précédente, sur la méthode de M. Lippmann pour la détermination de l'ohm, portaient spécialement sur deux points : 1° le principe de la méthode; 2° les irrégularités probables d'expérience. C'est sur ce second point seul qu'ont porté les calculs numériques de la réponse de M. Lippmann (*Comptes rendus*, 5 décembre 1881). Quant au premier point, M. Lippmann a admis implicitement dans sa première Note, très explicitement dans la seconde, qu'on a en général le droit de négliger l'influence de la capacité du fil d'un circuit ouvert, sur la différence de potentiel qu'il présente entre ses extrémités, et particulièrement sur le maximum de la différence du potentiel qui se produit quand le circuit tourne d'un mouvement uniforme

dans le champ magnétique terrestre. C'est le degré d'exactitude de cette hypothèse que je vais examiner : 1° pour un cadre de dimensions particulières, celui de l'Association Britannique, que M. Lippmann a choisi comme exemple; 2° pour un certain nombre de bobines différentes, qui permettront de formuler une conclusion générale. Dans ces calculs, j'adopterai, comme donnant une indication suffisante, l'artifice employé par M. Lippmann, qui consiste à reporter aux extrémités du fil la capacité évaluée par excès [1]. Conservant ses notations, la différence de potentiel maximum y_m est le produit de l'inverse de la capacité a^2, par le coefficient de $\sin(nt - \varepsilon)$ dans l'expression x de la charge du condensateur; on a

$$y_m = a^2 \frac{A \sin \varepsilon}{b^2 n} = \frac{A}{\sqrt{\left(1 - \frac{mn^2}{a^2}\right)^2 + \frac{2 b^4}{a^4}}}.$$

C'est A qu'on introduit dans le calcul; ce qu'on mesure est une quantité comprise entre A et y_m; les deux quantités intéressantes à calculer sont donc $\frac{y_m}{A}$ et $\frac{y_m}{A} - 1 = \delta$, limite supérieure de l'erreur relative systématique.

» I. *Cadre de l'Association Britannique rempli par des fils de divers diamètres.* — Quand la forme extérieure d'une bobine reste la même, son coefficient d'induction propre et sa résistance sont sensiblement proportionnels au carré du nombre des spires [2], c'est-à-dire en raison inverse de la quatrième puissance du diamètre du fil, d.

» En posant

$$d = k \times 1^{\text{mm}},37,$$

on a

$$m' = mk^{-4} = 4,5 \,.\, 10^7 k^{-4}, \quad b'^2 = b^2 \times k^{-4} = 4,5 \,.\, 10^9 k^{-4}.$$

Comme la capacité a déjà été calculée par excès, je supposerai seulement

---

(1) Cet artifice repose pourtant sur l'hypothèse qu'en exagérant la capacité on exagère l'erreur. Étudions une bobine constante, dont les extrémités du fil sont en communication avec une capacité variable. Les formules citées dans cet article montrent que, la capacité croissant constamment, l'erreur δ croît, passe par un maximum, s'annule, devient négative et tend vers -1. C'est seulement dans les deux régions extrêmes que l'artifice est légitime. Dans la région intermédiaire, entre le maximum et le zéro de l'erreur, la valeur absolue de δ varie en sens inverse de la capacité, et ne donne plus aucune indication.

(2) Rigoureusement, quand on suppose que l'épaisseur de l'isolant varie dans la même proportion que le diamètre du fil.

qu'elle change proportionnellement à la surface totale du fil :

$$a'^2 = ka^2 = k \times 0{,}9 \,.\, 10^{16}.$$

» Enfin j'adopterai dans toute la suite la vitesse de 6 tours par seconde. On trouve ainsi :

d^{mm}.	$1^m,37$ (¹).	1,00.	0,7.	0,3.	0,2.	0,137.	0,1.
$\frac{y_m}{A}$	1,000007	1,000035	1,00021	1,0143	1,07	0,51	0,10
δ	+0,000007	+0,000035	+0,00021	+0,0143	+0,07	−0,49	−0,90

» II. Les données d'un second exemple sont extraites d'un de mes cahiers d'expériences. Le diamètre extérieur de la bobine est $0^m,06$; son diamètre extérieur, $0^m,02$; sa longueur, $0^m,05$. Deux fils de cuivre de $0^{mm},25$ de diamètre y sont enroulés côte à côte. On a trouvé par expérience :

Coefficient d'induction de la bobine sur elle-même, m (les deux fils réunis bout à bout dans le même sens)........ $0{,}9 \,.\, 10^8$
Résistance totale b^2.................................. $176 \,.\, 10^9$
Les deux fils séparés formant condensateur. Capacité mutuelle $\frac{1}{a^2}$.................................. $0{,}7 \,.\, 10^{-16}$

Telles sont les données que j'introduirai dans le calcul. Il est probable que l'influence de cette capacité supposée concentrée aux deux extrémités est de même ordre que son influence réelle.

» Pour des bobines de forme extérieure semblable, remplies avec le même fil, isolé de la même manière, il est facile d'établir que l'on a, k étant le rapport de similitude,

$$m' = mk^5, \quad b'^2 = b^2 k^3, \quad a'^2 = a^2 k^{-3}.$$

» Si l'on fait tourner de pareilles bobines dans le champ magnétique

(¹) La démonstration expérimentale de la nullité du courant dans le circuit ouvert, rappelée par M. Lippmann, est relative seulement à ce diamètre particulier du fil. Soit γ le rapport du courant maximum dans le circuit ouvert terminé par la capacité $\frac{1}{a^2}$, au courant maximum dans le même circuit fermé. En calculant le rapport $\frac{\gamma}{\delta}$, on trouve 2, 8 pour les quatre plus grandes valeurs de d; puis, pour les dernières, $\frac{1}{3}$, 1, $\frac{1}{9}$ environ. On peut donc admettre que, pour cette forme du cadre, la valeur de γ indique grossièrement l'ordre de grandeur de δ.

terrestre, les valeurs correspondantes de $\frac{y_m}{A}$ et de δ seront faciles à calculer au moyen des relations précédentes. On forme ainsi le Tableau suivant :

$k.$	1.	2.	3.	4.	5.	10.
$\frac{y_m}{A}$	1,00009	1,024	2,4	0,188	0,028	0,00011
δ	+0,00009	+0,024	+1,4	−0,812	−0,972	−0,99989

» Pour $k = 2$, c'est-à-dire pour une bobine de $0^m,12$ de diamètre et $0^m,10$ de longueur, la limite de l'erreur est déjà $\frac{1}{40}$. Suivant la bobine employée, la quantité qu'on mesure est comprise entre la dix-millième partie et plus du double de celle qu'on veut connaître.

» Je crois donc pouvoir conclure :

» 1° Exposée dans toute la généralité de la première Note, la méthode de M. Lippmann mesure une quantité absolument inconnue. Les phénomènes dus à la capacité du fil ne sont pas négligeables en général.

» 2° Avec les dimensions particulières indiquées dans la réponse, il est possible que la méthode fournisse une détermination exacte de l'ohm. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Historique du procédé employé pour le cuivrage direct de la fonte.* Lettre de M. F. **Weil** à M. le Président.

« Paris, le 19 décembre 1881.

» ... Mes brevets datent de 1863. Les produits qui ont été mis récemment sous les yeux de l'Académie ont figuré à l'Exposition de Bordeaux en 1865, et à l'Exposition universelle de Paris en 1867. Les procédés ont été décrits dans les *Annales de Chimie et de Physique* en 1865. Les bains spécifiés dans mes brevets sont des bains renfermant des sels de cuivre *à acides organiques,* tels que les acides tartrique, racémique, citrique, oxalique, etc.; ou des matières organiques neutres, telles que la glycérine, et des sels alcalins formés par ces acides, *avec excès d'alcali.*

» Les bains brevetés par le Val d'Osne, en 1872 et 1873, sont des bains renfermant des sels de cuivre *à acides organiques,* tels que : acides tartrique, citrique, oxalique, etc.; des sels alcalins *et un excès d'acide, quand ils n'attaquent point trop fortement le fer.*

» La seule différence entre nos brevets est donc que je n'emploie pas, ET POUR CAUSE, d'excès d'acide attaquant le fer, tandis que mes bains alcalino-organiques dissolvent seulement la rouille.

» J'exécute le cuivrage par l'intervention d'un faible courant électrique, produit par le couple fer-zinc et cuivre-zinc, ou bien, pour les fortes épaisseurs, à l'aide d'une pile, et, depuis 1869, à l'aide d'une machine magnéto-électrique. C'est absolument à l'aide des mêmes moyens que le Val d'Osne opère.

» C'est seulement depuis l'Exposition universelle de 1878, époque de l'expiration de mes brevets de 1863, que j'ai pris connaissance, ainsi que le public, des échantillons de cuivrage obtenus par le Val d'Osne.

» J'ai fait figurer à la récente Exposition d'électricité, parmi mes produits nouveaux, des fontes déjà cuivrées par moi en 1865 (entre autres le buste de la Dubarry), ainsi que des pièces cuivrées à forte épaisseur, de 1869 à 1872, par M. Auguste Achard, au moyen de mes bains et de sa machine magnéto-électrique [1]. J'ai voulu démontrer ainsi la parfaite résistance aux intempéries des fontes cuivrées selon mes procédés, pendant quinze années, et constater mes droits *à la priorité*. Que le Val d'Osne ou d'autres industriels emploient mes procédés de cuivrage, rien de mieux. Depuis décembre 1878, mes brevets appartiennent au domaine public.

» Mais je maintiens mes droits *à l'invention*, que j'ai perfectionnée avec persévérance. Cette invention a été appliquée, dans notre pays, sur une petite échelle; mais elle a reçu une extension plus grande à l'étranger, notamment en Allemagne et en Hongrie, comme l'attestent, entre autres, quelques candélabres de l'éclairage public de la ville de Pesth, établis en 1872.

» Le moyen d'exécution de mon procédé, qui doit être employé de préférence pour la plupart de ses applications industrielles, consiste dans l'emploi d'une machine magnéto-électrique ou dynamo-électrique. Ce moyen, qui est le dernier perfectionnement apporté à mon procédé, n'a été appliqué qu'à Paris (à partir de 1869) et non pas à l'étranger. »

---

(1) Voici la lettre qui vient de m'être adressée par M. Achard :

« Conformément à votre désir, et pour rendre hommage à la vérité, je reconnais que vous m'avez fourni des bains alcalino-organiques de cuivre, pendant les années 1869, 1870, 1871 et 1872.

» Au moyen de ces bains et d'une machine magnéto-électrique, j'ai déposé, sur des pièces de fer et de fonte, du cuivre fortement adhérent et en couches épaisses.

» Je vous ai remis quelques-unes de ces pièces, qui ont été cuivrées de 1869 à 1871, pour être ajoutées à votre exposition, cette année, au Palais de l'Industrie; elles étaient très bien conservées.

» F.-A. Achard. »

CHIMIE. — *Sur la diffusion des solides dans les solides.* Note de M. **Alb. Colson.**

« Les remarques faites par M. Schützenberger, dans son étude des carbures de Russie, m'ont conduit à des recherches sur la *diffusion* des solides dans les solides.

» Quand on chauffe, en atmosphère réductrice, une lame de fer dans du noir de fumée, non seulement le carbone passe dans le fer pour le transformer successivement en acier, puis en fonte, mais des quantités notables de fer passent, se *diffusent* dans le charbon.

» Cette diffusion se fait même à une température inférieure au rouge : à 250°, elle peut avoir lieu, si on prolonge l'expérience pendant vingt-quatre heures. A une température rouge, du fil de fer de clavecin perd de son poids, mais conserve sa malléabilité et son éclat métallique, si on le chauffe deux heures dans du noir et en creuset de charbon entouré d'une brasque de noir de fumée. Après refroidissement, j'ai constaté que le noir contenait du fer. Il semble donc qu'à basse température le fer se diffuse plus facilement dans le charbon, tandis qu'à haute température c'est l'inverse qui a lieu, ainsi que le démontre la formation de l'acier dans le charbon.

» En répétant les mêmes expériences sur le platine, on ne remarque rien d'analogue, quelle que soit la température.

» Or, comme le platine ne se combine pas directement au charbon (je l'ai constaté), j'ai conclu de ce qui précède que la diffusion sèche a la plus grande analogie avec la diffusion des liquides dans les liquides. En effet, pour que la diffusion d'un liquide dans un autre soit possible, ou du moins sensible, il faut que ces liquides se dissolvent mutuellement; de même, pour que deux solides se diffusent l'un dans l'autre, il faut qu'il y ait affinité entre eux ou, plus généralement, qu'ils puissent réagir l'un sur l'autre. Voici quelques expériences à l'appui de ce rapprochement.

» Non seulement le chlorure d'argent se diffuse dans le chlorure de sodium sec, mais l'argent pur, chauffé dans des chlorures alcalins purs et secs, à une température inférieure à la fusion de ceux-ci, perd de son poids, et l'on observe, si l'on opère à la lumière, une traînée brune qui indique la diffusion du chlorure d'argent formé dans le sel alcalin. Il y a formation d'alcali par l'action de l'oxygène de l'air.

» En chauffant, dans un courant d'acide carbonique, du sulfure de fer artificiel soigneusement poli et posé sur une lame de cuivre, de faibles

quantités de soufre se séparent du fer et se fixent sur le cuivre au bout d'un certain temps. On peut répéter plusieurs fois l'expérience avec le même sulfure.

» Si, dans un creuset de charbon, placé lui-même dans une brasque de noir de fumée, on introduit de la chaux pure recouvrant un fil de clavecin, et qu'on chauffe au rouge, le fer augmente de poids. L'analyse indique la présence de calcium dans le fer. Le calcium est diffusé, puisqu'une digestion prolongée avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque bouillante ne l'enlève pas. Le fer devient cassant, si l'expérience se prolonge au delà de trois heures.

Dans une prochaine Note, j'indiquerai l'application que j'ai faite de la diffusion de la silice à la production de siliciures métalliques.

» Suivant quelle loi le fer diffusé est-il distribué dans une masse de charbon?

» Dans un cylindre en charbon de cornue, je dispose alternativement des disques de fer, de même diamètre, et du noir de fumée comprimé de la même façon; puis, je porte au rouge le cylindre enfermé en creuset brasqué. Supposons des disques séparés par deux cylindres A et B de noir de fumée; si le cylindre A a une hauteur double de celle de B, en retranchant la quantité de fer qu'il contient de celle que contient B, la différence représentera le poids de fer contenu dans un cylindre égal à B, mais situé à une distance double du métal. Tel est le principe de la méthode dont je me suis servi.

» La hauteur h des cylindres est proportionnelle à leur poids, et par conséquent facile à déterminer.

» Les quantités de fer obtenues par pesées sont très petites et ne varient que de $0^{gr},002$ à $5^{mm},25$, h variant de 1 à 3. En remarquant que, sur le disque ($h = 0$), la quantité de fer contenue dans l'unité de volume est très grande par rapport à celle qui se trouve à la distance $h = 1$, et que cette quantité est nulle quand h est très grand, on arrive à examiner si les chiffres obtenus ne répondent pas à la loi $hp =$ const. (p étant le poids du fer contenu dans l'unité de volume situé à la distance h).

» Or, en appliquant le Calcul des probabilités, on trouve :

1° Que l'erreur probable d'une des seize déterminations effectuées est de $\pm\, 0^{mm},157$, ou du moins $< 0^{mm},2$;

» 2° Que les écarts avec la loi $hp =$ const. ont assez bien le caractère des erreurs accidentelles;

» 3° Que la loi cherchée ne doit pas beaucoup différer de $hp =$ const. dans la limite de mes observations.

Une expérience isolée, faite dans d'autres conditions de température et de dosage (le fer était dosé par liqueur titrée), vient encore à l'appui de ces conclusions :

	Quantité de fer.
	mm
Pour $h = 1$	2,8
» $h = 3$	1
» $h = 5$	0,6

» Je joindrai dans la prochaine Note l'étude de l'influence du temps sur les applications dont j'ai parlé. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la température de combustion et sur la dissociation de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La détermination des chaleurs spécifiques de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau et des gaz permanents, à des températures voisines de 2000°, permet, sinon de résoudre complètement, du moins de serrer de plus près deux problèmes intimement liés l'un à l'autre. Ce sont : 1° la fixation des températures de combustion des principaux mélanges gazeux inflammables; 2° celle de la dissociation des gaz composés.

» Nous avons déjà dit, dans notre dernière Communication [1], que nous n'avions point constaté avec certitude de dissociation dans la vapeur d'eau, même à des températures très élevées. Il en résulte que, pour les mélanges dans lesquels l'élément combustible est l'hydrogène, on peut déduire directement, des pressions développées dans une capacité fermée, les températures de combustion. Ces températures peuvent aussi se déduire des formules données dans notre précédente Communication, et qui représentent la loi de variation, avec la température, des chaleurs spécifiques de la vapeur d'eau et des gaz permanents. En comparant les températures déterminées directement par l'expérience avec celles qu'on peut ainsi calculer, on trouve un accord satisfaisant. La différence relative ne dépasse pas 4 à 5 pour 100, et c'est la limite d'erreur que comportent nos déterminations. C'est ce que montre le Tableau suivant, qui donne les résultats de quelques-unes de nos observations.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1014

» Nos formules relatives aux chaleurs spécifiques de la vapeur d'eau et de gaz permanents représentent donc bien exactement les faits entre 1100° et 2700°. Si l'on suppose que ces formules restent encore exactes pour des températures plus élevées, on peut calculer la température de combustion du mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène brûlant dans une capacité fermée. Elle serait égale à 3480°. Nous avons observé directement, pour des mélanges dont la composition était voisine de celle du mélange tonnant, des températures variant entre 3100° et 3300°. La dissociation de la vapeur d'eau semble donc être encore faible même à cette température considérable.

Volumes de gaz étrangers pour 1^{vol} de mélange tonnant.					Températures	
Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Vol. total des gaz permanents.	Vapeur d'eau.	observées.	calculées.
»	0,49	»	0,49	0,02	2740°	2660°
0,52	»	»	0,52	0,02	2680	2610
»	0,99	»	0,99	0,03	2190	2230
0,96	»	»	0,96	0,06	2190	2230
»	»	1,28	1,28	0,05	2080	2050
2,07	»	»	2,07	0,04	1750	1750
»	1,96	»	1,96	0,04	1750	1790
»	0,15	1,86	2,01	0,05	1770	1760
2,84	»	1,33	4,17	0,07	1240	1220
»	0,72	3,99	4,71	0,09	1140	1140

» Les températures de combustion que nous venons d'indiquer se rapportent toutes à des détonations faites dans une capacité fermée; ce sont alors les chaleurs spécifiques à volume constant qui interviennent dans les calculs. Dans les conditions ordinaires de la combustion, les gaz se dilatent librement, et la température est diminuée. Malheureusement on ignore quelle est, aux températures élevées, la relation qui existe entre les deux chaleurs spécifiques d'un gaz. M. Wüllner a montré que, pour les gaz simples, de 0° à 100°, elles vont en se rapprochant l'une de l'autre à mesure que la température augmente. Le contraire a lieu pour l'acide carbonique, mais, dans les deux cas, le rapport de la chaleur à pression constante à la chaleur à volume constant va en diminuant avec l'élévation de la température. L'effet signalé par M. Wüllner peut devenir très important à 2000°; si cependant on le négligeait, en ne tenant compte que du travail extérieur, on trouverait la température théorique du mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène, brûlant à pression constante, égale à 3200 environ, en supposant qu'il n'y ait pas de dissociation. En admettant une légère dis-

sociation, on arriverait à une température voisine de celle de 2800 à 2900, que Henri Sainte-Claire Deville avait fini par adopter en dernier lieu. On trouverait, avec les mêmes hypothèses, la température du mélange tonnant d'hydrogène et d'air, dans les conditions ordinaires de la combustion, égale à 1830°.

» Nous avons déjà dit comment nous avons pu constater que la dissociation de l'acide carbonique ne devient sensible qu'au-dessus de 1800°. Ce résultat est d'accord avec les observations de M. Crafts, qui n'a pu observer de dissociation au-dessous de 1500°. Aucune de ces observations n'est d'ailleurs en désaccord avec celles de Sainte-Claire Deville, qui pouvait, avec ses procédés d'observation, constater une dissociation de quelques millièmes qui échapperait à M. Crafts comme à nous.

» Quoi qu'il en soit, cette petitesse de la dissociation nous a permis de déterminer la chaleur spécifique de l'acide carbonique au-dessous de 2000°. Mais le prolongement, au-dessus de 2000°, de la formule que nous avons donnée dans notre précédente Communication, est purement hypothétique. Il l'est d'autant plus que cette formule conduit à un maximum de 13,7 vers 2610°. Il est aisé de voir que de très légères variations, compatibles avec les incertitudes de nos observations, sur les températures de combustion, entre 1800° à 2000°, feraient varier beaucoup la position et la grandeur de ce maximum.

Si cependant on admettait la légitimité du prolongement de notre formule, on déduirait de nos observations que la température de combustion du mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'oxygène est de 3200°, avec une dissociation de 30 pour 100 environ.

» Le Tableau suivant donne quelques-uns de nos résultats pour des mélanges dans lesquels l'élément combustible est l'oxyde de carbone, et qui développent en brûlant des températures pour lesquelles la dissociation est faible.

Volumes de gaz étrangers ajoutés à 1^{vol} de mélange tonnant.						Températures	
Oxyde de carbone.	Oxygène.	Azote.	Volume total de gaz permanents.	Acide carbonique.	Vapeur d'eau.	observées.	calculées.
»	»	»	»	1,61	0,05	2025°	2040°
»	»	»	»	1,82	0,04	1880	1860
»	»	»	0,08	2,01	0,04	1680	1690
»	»	»	0,06	2,11	0,03	1600	1660
»	»	1,27	1,27	»	0,05	2270	2260
»	»	2,11	2,11	»	0,04	1900	1860

» On voit par ce Tableau que la dissociation ne paraît pas encore très notable à la température de 2260°, qui est celle de la combustion, en vase clos, du mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'air. En négligeant, comme pour l'hydrogène, le travail intérieur qui accompagne la dilatation, on trouverait que le même mélange, brûlant à l'air libre, développerait une température de 2050°. »

CHIMIE. — *Sur le chromocyanure de potassium.* Note de M. **H. Moissan**.

« Dans deux Notes précédentes [1], j'ai étudié la préparation et les propriétés des quelques nouveaux sels de protoxyde de chrome. Ces recherches m'ont amené à reprendre l'étude des composés analogues aux ferrocyanures formés par le chrome, le cyanogène et les différents métaux. J'exposerai, dans cette Note, ce qui est relatif au chromocyanure de potassium, me réservant de traiter la question historique dans le Mémoire d'ensemble que je publierai sur ce sujet.

» Je dois cependant rappeler ici que M. Descamps a donné le nom de *chromocyanure de potassium* à un sel bleu très instable, fournissant une solution rouge [2]. Antérieurement à ces recherches, Berzélius [3], en faisant réagir du cyanure chromique sur le cyanure de potassium, et ensuite Fresenius et Haidlen [4], en traitant d'une solution d'un sel chromique par le cyanure de potassium, ont décrit, comme étant le chromocyanure de potassium, un sel jaune dont les propriétés se rapprochent bien de celles du composé que j'ai préparé.

» Lorsque l'on met en présence, dans un vase fermé, à la température ordinaire, l'acétate de protoxyde de chrome et une faible quantité d'une solution aqueuse de cyanure de potassium, le mélange s'échauffe beaucoup, et il se forme un précipité de couleur foncée que surnage un liquide faiblement coloré en jaune paille. Si le cyanure de potassium est en excès, le précipité devient vert et le liquide se colore en jaune plus intense. On agite le flacon jusqu'à ce que la réaction soit complète, puis on l'aban-

---

(1) *Sur la préparation et les propriétés du protochlorure de chrome et du sulfate de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 792). — *Sur le protobromure et le protoiodure de chrome et sur l'oxalate du protoxyde de chrome* (même Tome, p. 1051).

(2) A. Descamps, Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, 1869, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, p. 178; 1881.

(3) Berzélius, *Jahresb.*, t. XXV, p. 307, et *Traité de Chimie*, édition française; 1846.

(4) Fresenius et Haidlen, *Ann. Chem. Pharm.*, t. XLIII, p. 135.

donne pendant une huitaine de jours. La couleur du liquide devient moins foncée, et l'on trouve souvent dans le flacon une abondante cristallisation de longues aiguilles d'un jaune clair. On reprend le tout par de l'eau distillée, on filtre, on évapore jusqu'à cristallisation, et l'on obtient ainsi un sel jaune, contenant encore du carbonate et du cyanure de potassium, que l'on purifie par des cristallisations successives.

» Le dégagement de chaleur qui se produit, dans cette réaction, est assez considérable pour être comparé à celui que l'on obtient dans la préparation du ferrocyanure de potassium. M. Berthelot a démontré que, dans ce dernier cas, la stabilité de ce composé et ses réactions s'expliquent facilement par les conditions thermiques dans lesquelles il se produit [1].

» J'ai encore obtenu le chromocyanure de potassium :

» 1° En faisant réagir du cyanure de potassium sur une solution de protochlorure de chrome;

» 2° En chauffant, en tube scellé, à 100°, du chrome porphyrisé avec une solution concentrée de cyanure de potassium;

» 3° Par l'action du cyanure de potassium sur le carbonate chromeux.

» Le chromocyanure de potassium se présente en beaux cristaux maclés, de couleur jaune clair, qui peuvent atteindre parfois plusieurs centimètres de longueur. 10^{cc} d'eau à 20° en dissolvent $3^{gr},233$. Sa densité est de 1,71. Il n'agit pas sur la lumière polarisée. Sa solution saturée, examinée au spectroscope sur une épaisseur de $0^{m},15$, donne une absorption totale du violet, une absorption plus faible du bleu et trois bandes bien visibles dans le vert. Ce sel est anhydre, à peu près inaltérable à l'air, à la température ordinaire. J'ai pu en conserver plus d'une année dans des vases ouverts, abandonnés dans le laboratoire. Il a une saveur complètement analogue à celle du ferrocyanure. Sous l'action d'un courant électrique, sa solution donne au pôle positif du chromicyanure; au pôle négatif, un dégagement d'hydrogène et de la potasse.

» Chauffé au rouge sombre, à l'abri de l'air, il fond, puis dégage de l'azote, et laisse un résidu de carbure de chrome et de cyanure de potassium. Chauffé avec de l'acide sulfurique monohydraté, il dégage de l'oxyde de carbone; avec l'acide sulfurique étendu, il donne de l'acide cyanhydrique. Les corps oxydants, tels que le chlore, l'eau oxygénée, l'acide chromique, transforment la solution jaune clair de chromocyanure de

---

[1] BERTHELOT, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 699.

potassium en un liquide rouge, qui contient du chromicyanure. Sa formule est $CrCy, K^2Cy^2$ [1].

» De même que le fer dans les ferrocyanures, le chrome n'est pas décelé dans ce composé par les alcalis et les sulfures alcalins. En général, il ne donne pas de précipité avec les sels métalliques acides. En présence des sels de manganèse, de zinc et de cadmium, précipité blanc; avec les sels de plomb et d'argent, précipité jaune; avec les sels de protoxyde de chrome, précipité noirâtre. Sa réaction caractéristique est de fournir, avec les sels de protoxyde de fer, un précipité rouge orangé, devenant ocreux.

» Enfin, son action physiologique est, en tous points, comparable à celle du ferrocyanure. L'acide cyanhydrique, qui, dans ce composé, se forme si facilement sous l'action de l'acide sulfurique étendu, n'agit pas sur l'organisme. On a injecté à un cobaye adulte, au moyen d'une seringue de Pravaz et par deux piqûres simultanées, l'une au pli de l'aine et l'autre à l'aisselle, $0^{gr},750$ de sel en solution. Ce poids représente environ 1^{gr} de matière par kilogramme d'animal. L'injection a été faite à $2^h 30^m$; à 4^h, l'urine du cobaye a été recueillie, et elle a fourni tous les caractères du chromocyanure de potassium. Depuis cette expérience, l'animal se porte très bien et ne présente aucun trouble.

» Par l'ensemble de ses caractères, de sa préparation et de son analyse, ce composé se rapproche donc bien du ferrocyanure de potassium. »

---

(1) Le chrome a été dosé à l'état de sesquioxyde, après avoir été transformé en sulfate de chrome, puis en chromate de mercure. La potasse a été dosée à l'état de chlorure double de platine et de potassium, en présence du sesquichlorure de chrome en solution alcoolique. L'azote a été obtenu par la chaux sodée ; le carbone, par un grillage de la matière mélangée d'acide tungstique. J'ai obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1°.	2°.	3°.	4°.	Calculé.
Cr	13,85	14,40	14,12	14,68	14,379
K^2	40,42	41,32	41,10	»	42,810
C^6	21,10	20,78	21,16	21,30	19,758
Az^3	24,33	24,07	»	24,76	23,051
	99,69	100,56			99,998

Malgré tout le soin apporté à cette analyse, j'ai toujours obtenu un excès de carbone et d'azote. Du reste, la solution aqueuse de chromocyanure de potassium, maintenue un certain temps à l'ébullition, prend une légère odeur d'acide cyanhydrique et fournit un faible dépôt de sesquioxyde de chrome.

CHIMIE. — *Sur la décomposition des formiates métalliques en présence de l'eau. Production de quelques espèces minérales cristallisées.* Note de M. J. **Riban**, présentée par M. Berthelot.

« Le formiate de cuivre, placé dans les mêmes conditions que les sels que j'ai précédemment étudiés (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1023), présente des phénomènes singuliers qui m'ont obligé à en faire une étude approfondie dans des conditions variées.

» Si l'on fait bouillir à l'air libre une solution de formiate de cuivre, elle perd de l'acide formique, et il se précipite une poudre cristallisée vert pâle insoluble dans l'eau. Après dessiccation à 100°, elle donne à l'analyse $(CHO^2)^2Cu, 2(H^2CuO^2)$; c'est un formiate tribasique de cuivre analogue à l'acétate tricuivrique. Par une ébullition prolongée, ce sel lui-même se détruit lentement avec dégagement d'acide carbonique et formation d'oxydule de cuivre. La même expérience, répétée en vase clos, vide d'air, à 100°, montre que vers deux cents heures de chauffe environ l'on a atteint un état limite où l'on trouve la liqueur décolorée, de l'acide formique régénéré, tout le cuivre à l'état d'oxydule cristallisé, et un volume de gaz carbonique représentant le quart du carbone formique du sel ; ce que l'on peut traduire par l'équation suivante :

$$2[(CHO^2)^2Cu] + H^2O = CO^2 + Cu^2O + 3(CH^2O^2);$$

il se forme, en outre, une petite dose d'hydrogène, 2 à 4 pour 100 du volume gazeux, et des traces de cuivre réduit, mais pas d'oxyde de carbone.

» A la température de 175°, il se produit une série de transformations successives qu'il n'a été possible d'élucider qu'en étudiant la décomposition du sel en fonction du temps de la chauffe, et en dosant les divers produits formés.

» Voici les résultats :

Durée de la chauffe........	1h.	3h.	9h.	24h.	36h.	49h.	72h.	99h.	119h.
Acide carbonique.....	27,0	40,7	76,7	82,1	91,4	92,0	91,6	90,9	89,6
Hydrogène	5,3	19,9	52,7	57,7	59,8	57,6	48,7	48,5	48,4

» On observe que dans les premiers instants il ne se produit que l'acide carbonique, en vertu de l'équation précédente; puis, les corps du deuxième membre de cette équation réagissant les uns sur les autres, l'oxydule de cuivre dédouble par action dite de contact l'acide formique

régénéré en hydrogène et gaz carbonique, qui s'ajoutent à l'acide carbonique initial de telle sorte que, par les progrès de la chauffe, le rapport des deux gaz passe par la valeur $\frac{1}{2}$:

$$CO^2 + Cu^2O + 3(CH^2O^2) = \underbrace{2H}_{2^{vol}} + \underbrace{2CO^2}_{4^{vol}} + Cu^2O + 2(CH^2O^2);$$

puis, croissant encore, il tend vers un maximum $\frac{3}{4}$:

$$2H + 2CO^2 + Cu^2O + 2(CH^2O^2) = \underbrace{6H}_{6^{vol}} + \underbrace{4CO^2}_{8^{vol}} + Cu^2O.$$

» Le dédoublement de l'acide formique est maintenant complet, et pendant toutes ces transformations l'oxydule est resté pour la majeure part inaltéré; il ne s'est formé que de faibles quantités de cuivre métallique. A partir de ce moment l'acide carbonique restera constant, mais l'hydrogène ira en décroissant jusqu'à cette limite, atteinte vers soixante-douze heures, où le rapport entre les deux gaz est revenu à sa valeur première, $\frac{1}{2}$; en même temps l'oxydule a complètement disparu, réduit par l'hydrogène à l'état de cuivre métallique cristallisé :

$$6H + 4CO^2 + Cu^2O = \underbrace{4H}_{4^{vol}} + \underbrace{4CO^2}_{8^{vol}} + 2Cu + H^2O.$$

» La superposition partielle de ces transformations successives rend compte d'une partie des écarts de l'expérience; ils sont dans le sens indiqué par la théorie.

» Tel est le mécanisme de ces décompositions; elles exigent que l'oxydule de cuivre, corps bien cristallisé, non poreux, dédouble par action de contact l'acide formique. Il est aisé de démontrer directement qu'il en est ainsi en introduisant dans un tube scellé cet acide dilué, et de l'oxydule cristallisé dans les rapports voulus par les équations; après vingt-quatre heures de chauffe, le dédoublement de l'acide formique est complet; l'oxydule est pour la majeure part inaltéré; il n'est réduit à l'état de cuivre que dans une faible proportion, ce qui explique, en outre, la disparition d'un peu d'hydrogène dans les gaz analysés.

» Enfin, la dernière équation montre que l'hydrogène, à une aussi basse température, peut réduire le protoxyde de cuivre à l'état métallique; il suffit, pour le prouver, d'emplir de ce gaz un tube clos contenant de l'eau et de l'oxyde cuivreux; après chauffage à 175°, on trouve du cuivre

métallique, et, si l'on ouvre le tube sous l'eau, celle-ci s'y précipite : l'hydrogène a disparu.

» L'oxydule obtenu dans ces diverses expériences se présente sous forme de cubes et d'octaèdres très brillants, d'un violet cochenille; le cuivre métallique, formé ultérieurement, est parfois cristallisé en prismes à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces, simulant des cristaux du système quadratique; mais ce ne sont là que des déformations du système cubique.

» Le mode de décomposition du formiate mercurique est déjà connu ; à 175°, d'après mes expériences, il est représenté par l'équation

$$(CHO^2)^2 Hg = CO^2 + CH^2O^2 + Hg.$$

» Je le cite pour faire observer que c'est le seul des formiates décomposables que j'ai étudiés qui ne donne pas d'hydrogène dans sa destruction, sans doute à cause de l'état physique (liquide) du mercure qui se forme.

» Le formiate d'argent se détruit suivant les auteurs à 100° en ne dégageant que de l'acide carbonique, avec dépôt d'argent et régénération d'acide formique; la décomposition n'est pas aussi simple qu'on le suppose généralement : il se fait en outre, d'après mes expériences, de l'hydrogène dans la proportion de 5 pour 100 environ du volume total des gaz recueillis. Cet hydrogène est le résultat de l'action de l'argent sur l'acide formique régénéré, action qui commence à s'exercer à 100°.

» A la température de 175°, la décomposition de l'acide formique est totale. En effet, une solution contenant un mélange équiatomique de sulfate d'argent et de formiate de soude donne, outre l'argent métallique, de l'acide carbonique contenant tout le carbone du sel et de l'hydrogène en volume deux fois moindre.

» Le phénomène se produit en deux phases; dans la première on a :

$$2(CHO^2Ag) = CO^2 + CH^2O^2 + 2Ag.$$

» Dans la seconde, l'argent formé dédouble l'acide formique régénéré

$$CO^2 + CH^2O^2 + 2Ag = \underbrace{2CO^2}_{2^{vol}} + \underbrace{2H}_{4^{vol}} + 2Ag.$$

» Cette dernière équation distingue la décomposition du sel d'argent de celle du formiate de mercure.

» Des expériences directes m'ont démontré que l'argent métallique

divisé dédouble complètement l'acide formique dilué à cette température. L'argent formé dans ces réactions est en grande partie cristallisé.

» Les phénomènes de contact que nous avons observés entre l'acide formique, les oxydes métalliques ou les métaux engendrés dans nos décompositions sont à rapprocher des phénomènes étudiés par M. Berthelot avec la mousse de platine. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle sous-classe d'Infusoires.* Note de M. P. GEDDES, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note préliminaire sur la physiologie et l'histologie de la Convolute ([1]), publiée il y a bientôt trois ans, j'ai décrit brièvement les cellules curieuses qui se trouvent parfois en grand nombre dans le mésoderme de cette Planaire, mais sans oser me prononcer définitivement sur leur nature. Ces cellules, qui sont un peu plus petites que les corpuscules rouges du sang de la Grenouille, ont presque la forme d'une poire un peu courbée; elles sont pourvues d'une grande vacuole centrale, remplie de fluide. Dans la paroi de cette cavité, vers le côté plus convexe de la cellule, et presque parallèle avec son axe principal, se trouve une rangée de fibrilles homogènes et transparentes, lesquelles s'insèrent à leurs extrémités supérieures et inférieures dans le protoplasma ordinaire dont se composent les autres parties de la cellule. Cette différenciation de la cellule en une partie granuleuse et une partie fibrillaire est semblable, comme me l'a suggéré M. le Dr Malassez, à celle qui a lieu dans les cellules musculaires embryonnaires du Têtard, et rappelle aussi un peu la structure qu'a décrite Lankester dans le cœur de l'Appendiculaire ([2]). Dans une préparation microscopique du corps de la Convolute dilacéré dans une goutte d'eau de mer, si l'on trouve de ces cellules qui nagent libres, on peut constater parfaitement qu'elles sont en état de contraction rythmique, dont la rapidité et la vigueur sont également surprenantes. Les échantillons les mieux vivants donnent de cent à cent quatre-vingts pulsations par minute; à chaque fois l'axe principal se courbe plus fortement, et la cellule devient plus courte et plus large, presque comme un muscle, à l'instant de sa contraction. Cependant ce changement de forme dépend exclusivement de la contraction des fibres

([1]) *Observations on the Physiology and Histology of* Convoluta Schulzii. *O. Schm.* (*Proc. Roy. Soc. Lond.*, n° 194; 1879.

([2]) *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 1873, p. 88.

intérieures, les autres parties de la cellule étant tout à fait passives. En peu de temps, les cellules commencent à mourir; leurs mouvements se ralentissent, deviennent mal coordonnés, et l'on ne voit que de faibles ondulations, indépendantes des fibres; enfin le mouvement s'arrête, et la cellule éclate. Son protoplasma se détruit bientôt; mais les fibres résistent plus longtemps à l'action destructive de l'eau et peuvent montrer même une trace de contractilité, comme des cils mourants. Quand on regarde ces cellules dans le corps de l'animal, on voit à peine une légère contraction, et je crois que la pulsation rapide que je viens de décrire est stimulée par l'action de l'eau.

» Dans une cellule qui avait cessé de se contracter, j'ai pu observer, pendant une bonne demi-heure, un phénomène assez rare, le mouvement du noyau qui oscillait régulièrement d'un côté de la cellule à l'autre, une fois par minute environ.

» Ces cellules sont très remarquables au point de vue physiologique et histologique. On ne peut pas les classer dans les cellules amœboïdes, ciliées ou musculaires. Elles présentent un type de structure contractile distinct et nouveau. Comment les envisager, au point de vue morphologique, comme appartenant à la Planaire, ou comme étant des parasites?

» De nombreuses observations m'ont convaincu que c'est cette seconde manière de voir qu'il faut accepter. D'autres espèces de Planaires ne paraissent posséder rien de pareil, et même chez la Convolute je n'ai jamais pu en voir un seul en automne, quoique au printemps on en trouve autant qu'on le désire. La délicatesse de leur protoplasma, qui ne se prête pas à la conservation ou au traitement avec les différents réactifs, les distingue des vrais tissus de la Convolute. De plus, elles ne forment pas de tissu et n'ont pas de disposition défini, mais elles sont déterminées d'une façon tout à fait irrégulière; et enfin, si l'on veut les considérer comme appartenant à l'animal, on ne peut expliquer ni leur présence, ni leur structure, ni leurs fonctions. De l'autre côté, si on les regarde comme étant des parasites, toutes ces difficultés disparaissent, et l'on voit même que cette structure, en apparence si anormale, dérive facilement du type Infusoire ordinaire par la suppression des cils, qui ne serviraient pas à la locomotion parmi les cellules du mésoderme, et la différenciation de la vacuole contractile. Cette différenciation est certainement très remarquable à tous les points de vue, que l'on considère la grandeur relativement énorme de la vacuole, le développement des fibrilles contractiles qui la limitent, ou bien la rapidité de leurs contractions.

» Quelle est donc la position systématique de cet Infusoire, pour lequel je propose le nom de *Pulsatella Convolutæ*? On ne peut le placer parmi aucun des types connus; il se distingue également des Suctoriens, des Ciliés et des Flagellés : il me paraît donc nécessaire de créer pour lui une quatrième sous-classe, les *Pulsatoriens* (*Pulsatoria*) ([1]). »

HELMINTHOLOGIE. — *Sur un nouveau type de Turbellariés.* Note de M. **W.-A. Silliman**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je désire faire connaître l'organisation d'un Ver singulier. Je l'ai trouvé dans un dragage fait avec les embarcations du laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, où j'ai fait ce travail. Il était parasite sur un grand Nématoïde vert, lequel, à son tour, semblait être parasite d'un *Echinus sphæra*.

» Tout d'abord, je croyais avoir affaire à un Trématode ectoparasite; mais mon opinion n'était qu'à moitié vraie, ainsi qu'on le verra par la description qui va suivre.

» Le corps de cet animal est d'une forme sublancéolée, ayant une ongueur de $2^{mm},25$ et une largeur moyenne de $1^{mm},5$. La couleur est un brun clair, uniformément répandu sur toute la surface du corps.

» Fait singulier, les ventouses et les crochets si caractéristiques des Trématodes ectoparasites font ici défaut.

» L'*épiderme* est formé de cellules hexagonales ciliées, assez régulières et dont les noyaux sont très évidents. Ces cellules sont couvertes d'une cuticule chitineuse mince, perforée pour le passage des cils vibratiles, par le moyen desquels l'animal peut se mouvoir sur le corps de son hôte. Les cils de la face ventrale sont beaucoup plus longs et plus forts que ceux de la face dorsale. En dessous de l'épiderme se trouve une *membrane basale*, qui contient le pigment brun, auquel est due la coloration de l'animal.

» Les *couches musculaires* du corps peuvent être divisées en trois systèmes : les muscles circulaires, les longitudinaux et les dorso-ventraux. Les premiers se présentent immédiatement au-dessous de la membrane basale. Puis viennent les muscles longitudinaux. La disposition de ces deux séries de muscles rappelle beaucoup celle qu'on trouve dans les Rhabdocœles (*Convoluta*) et les Trématodes (*Distoma cylindraceum*). Ce sont surtout les

---

([1]) Ces observations ont été faites au laboratoire de Zoologie expérimentale de Paris et de Roscoff, grâce à l'hospitalité de mon excellent maître, M. de Lacaze-Duthiers.

muscles dorso-ventraux qui atteignent un développement considérable, et permettent à l'animal de s'enrouler ou bien de replier les bords de son corps sur la face ventrale.

» Le parenchyme du corps a une structure semblable à celle des autres Plathelminthes et est formé d'un tissu conjonctif renfermant de nombreuses cellules nucléées. La cavité du corps fait défaut.

» Un système aquifère n'a pas été observé; mais je n'oserais pas dire qu'il n'existe pas. L'appareil digestif consiste en un pharynx situé près de l'extrémité antérieure, qui sert en même temps de ventouse et d'intestin rudimentaire. Ce pharynx ressemble plutôt à la ventouse des Trématodes qu'au pharynx des Rhabdocœles en général, car il est dépourvu de gaîne. Il est en communication avec une petite poche dont la paroi est formée de grosses cellules granuleuses. Cette poche représente une sorte d'estomac, et la matière alimentaire liquide contenue dans cet estomac doit être distribuée dans le corps par osmose.

» Le système nerveux est peu développé. En avant du pharynx on voit un amas de cellules qui se colorent fortement par l'hématoxyline, et des troncs nerveux en partent en avant et en arrière. Mais un système nerveux ramifié, tel qu'il existe chez les Trématodes et les Dendrocœles, ne se présente pas.

» Passons maintenant à la description des organes génitaux, qui, par leur ensemble et leur disposition, fournissent le caractère le plus remarquable de l'animal.

» Les organes mâles comprennent de nombreux testicules et un pénis renfermé dans une gaîne; les organes femelles, un ovaire pair, un pseudo-vitellogène pair, un utérus et un vagin. Les testicules sont placés dans le tiers antérieur du corps. Ils ont la forme de petits sacs, comme chez les Ténias, par exemple. De chacun d'eux part un conduit très fin. Ces conduits se réunissent en arrière de l'intestin et viennent déboucher dans le pénis. Ce dernier a la forme d'un long canal à diamètre uniforme, qui à l'état de repos présente de nombreuses flexuosités. Ses parois sont musculaires et couvertes d'une couche mince de chitine. Il se termine par une sorte de *cirrus*, dont le diamètre est $0^{mm},018$.

» La *gaîne* qui renferme le pénis commence à la partie antérieure; elle forme un sac dans lequel le pénis s'enroule, puis elle se contracte en un canal qui s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure et, se réunissant à l'utérus, forme ainsi un cloaque sexuel dont l'ouverture est ventrale.

» L'*utérus*, comme la gaîne du pénis, est médian et situé au-dessus de cette

dernière. Il se termine vers le milieu du corps en cul-de-sac et contient le plus souvent un œuf entouré d'une coque ovoïde, qui est munie d'un pédoncule extrêmement long et fin. La coque, ainsi que son pédoncule, doivent être sécrétés par les cellules qui tapissent la paroi de l'utérus.

» Le *pseudo-vitellogène* occupe le deuxième tiers du corps et se présente sous la forme de nombreux tubes ramifiés, dont ceux d'un même côté se réunissent vers la ligne médiane et viennent déboucher dans l'utérus.

» Immédiatement en arrière de ces ouvertures, on trouve celles des *ovaires;* ceux-ci ont plus ou moins la forme d'une main, dont le poignet est en communication avec l'utérus, tandis que les doigts se dirigent en arrière et en dehors. Les œufs se développent dans les extrémités de ces doigts et deviennent de plus en plus grands au fur et à mesure qu'ils avancent vers l'utérus. Leurs noyaux et nucléoles sont très évidents.

» Il reste à décrire un organe qui ne se trouve jamais chez les Turbellariés, mais qui est bien caractéristique chez les Trématodes: c'est le *vagin;* il s'ouvre sur le dos dans le quart postérieur du corps, et de là court en avant vers l'utérus. Au niveau des ouvertures des ovaires, il se dilate en un *receptaculum seminis* à parois musculaires, qui est en communication avec l'utérus par un canal étroit et court.

» Telle est brièvement l'organisation de cet être aberrant. Si l'on se demande quelles sont ses affinités, il faut dire qu'elles sont doubles. L'épiderme cilié, l'appeil digestif, les organes génitaux mâles et les deux ovaires indiquent une affinité avec les Turbellariés (spécialement avec les Rhabdocœles); au contraire, la présence d'un vagin et la disposition du pseudo-vitellogène sont caractéristiques des Trématodes.

» En raison de ce fait, que les jeunes Trématodes sont ciliés, mais que plus tard ils perdent ces cils, on peut considérer les Trématodes comme étant des Turbellariés modifiés, sinon dégradés.

» Notre animal, représentant donc une forme de passage entre les Turbellariés et les Trématodes, doit former un nouveau sous-ordre des Turbellariés.

» Pour exprimer le rôle morphologique que doit jouer cet animal, je propose de le désigner sous le nom de *Syndesmis*. Dans un Mémoire sur les Turbellariés de Roscoff, qui paraîtra prochainement, je donnerai plus de détails sur ce sujet. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les Poissons, Crabes et Mollusques vivants, rejetés par les puits artésiens jaillissants de l'Oued Rir' (Sahara de la province de Constantine)*. Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« La présence de Poissons et de Mollusques vivants, dans les eaux douces ou saumâtres des oasis du Sahara de Constantine, a déjà été signalée. En plusieurs localités, les mêmes eaux nourrissent des Crabes. Ces animaux sont peu variés, mais ils pullulent par place. On en trouve dans les sources naturelles, à l'orifice des puits jaillissants, dans les canaux d'irrigation, dans les fossés d'évacuation qui s'écoulent vers les sebkha et les chotts, etc.

» Les nombreux individus que j'ai recueillis au cours de mon voyage et que M. Jus, le directeur bien connu des forages artésiens de la province de Constantine, a bien voulu me communiquer, ont été déterminés par MM. A. Milne-Edwards, P. Fischer, L. Morlet et Em. Sauvage.

» Les Mollusques sont très communs, tant à Ouargla et dans l'Oued-Rir' qu'au Zab. Les types vivants que j'ai eus entre les mains, sont : *Physa contorta*, Michaud; *Bithynia tentaculata*, Linné ; *Hydrobia Brondeli*, Bourguignat; *Hydrobia Peraudieri*, Bourguignat; *Amnicola pycnocheila*, Bourguignat ; *Melania tuberculata*, Müller, abondant; *Melanopsis Maroccana*, Morelet, abondant; *Melanopsis præmorsa*, Dupuy.

» Les Poissons vivants recueillis dans l'Oued Rir' et le Zab occidental comprennent cinq espèces, dont deux nouvelles : *Chromis Desfontainei*, Lacépède; *Chromis Zilii*, Gervais ; *Hemichromis Saharæ*, Sauvage, *n. sp.*; *Hemichromis Rollandi*, Sauvage, *n. sp.* ; *Cyprinodon calaritanus*, Bonelli.

» Les Crabes ne sont actuellement connus qu'en trois points de l'Oued Rir', savoir, dans les rigoles alimentées par les puits n° 3 de Mazer, n° 2 d'Ourlana, et n° 1 de Tamerna Djedida. Dans le Zab occidental, ils sont plus fréquents. Les divers individus que j'ai soumis à M. A. Milne-Edwards appartiennent à une même espèce, la *Telphusa fluviatilis*, Rondelet [1].

» J'arrive à l'objet de la présente Note. Certains puits jaillissants de la région d'Ourlana, dans l'Oued Rir', rejettent des animaux vivants, Pois-

---

[1] Crabe terrestre, vivant au bord des eaux douces. L'expérience suivante démontre qu'il peut vivre assez longtemps sous l'eau. Un crabe a été enfermé dans une cage en fil de fer, que l'on a fixée à $1^{m},50$ sous l'eau ; il était libre de ses mouvements, et tous les quatre ou cinq jours on lui introduisait de la nourriture par le grillage; le trente-cinquième jour, il a été retiré de l'eau, et semblait aussi vigoureux qu'avant son immersion.

sons, Crabes ou Mollusques, les mêmes que je viens d'indiquer à la surface. Le fait n'est pas contestable : je me bornerai à citer deux exemples authentiques.

» Mazer. Sondage n° 3; 8 février 1876. Profondeur, $80^{m},35$. Hauteur de l'orifice du tube au-dessus du sol, $0^{m},80$. Diamètre final, $0^{m},16$. Débit total primitif, 3800^{lit} par minute, à la température de 25°,5; au bout de deux ans, le débit s'est élevé à 4600^{lit}. Le sondage avait été entrepris à 1^{km} de l'ancien oasis, au milieu d'un terrain nu et inculte, sans rigole ou fossé, ni source ou étang. Or, quelques jours après l'aménagement du puits, le directeur de l'atelier vit sortir du tube un Crabe vivant de la grosseur du pouce. Après lui, M. le général Carteret et M. Jus vérifièrent *de visu* que la gerbe jaillissante rejetait des Crabes, Poissons et Mollusques vivants, en même temps que des sables; coiffant d'un filet l'orifice du tube, ils prirent beaucoup de Crabes de petite et moyenne grosseur.

» Sidi-Amran. Sondage n° 2; 31 janvier 1879. Profondeur, $81^{m},09$. Diamètre final, $0^{m},12$. Débit, 4000^{lit} à 24°. L'emplacement était situé à une extrémité de l'oasis, et n'offrait pas trace d'eau. Dès que la colonne de $0^{m},12$ fut parvenue à $61^{m},73$ sur le poudingue calcaire qui recouvre la nappe artésienne dans cette région, le jaillissement eut lieu avec force; du 23 au 28 janvier, tandis qu'on s'enfonçait dans les sables aquifères, l'eau charria au jour une grande quantité de ces sables, ainsi que des cailloux et noyaux calcaires pesant jusqu'à 1200^{gr}, soit, en tout, non moins de 400^{mc} de matières solides. Or, le 29 janvier, M. Jus recueillit, au milieu des sables qui venaient d'être rejetés et encombraient les abords du tube, beaucoup de petits Poissons et de Mollusques vivants.

» Des faits semblables sont relatés dans plusieurs journaux de sondage. Pour les Crabes, le cas n'a été constaté qu'au n° 3 de Mazer et au n° 2 d'Ourlana; ceux qu'on trouve à Tamerna Djedida ont été apportés. M. Jus a également vu des Crabes vivants sortir d'une source du Zab occidental.

» Comment expliquer la présence en profondeur de ces animaux vivants et leur apparition à l'orifice des puits jaillissants de la région d'Ourlana?

» Les eaux sous pression qui s'élèvent et se distribuent dans les alluvions quaternaires du bassin de l'Oued Rir' donnent lieu à des nappes artésiennes plus ou moins nettes, en relation avec les alternances perméables, ou non, que présentent ces formations, aux allures lenticulaires et variables. En général, il existe une nappe principale, parfois unique, renfermée dans des sables quartzeux et recouverte par des marnes compactes, marnes sableuses, sables argileux, etc. Sa pression hydrostatique est d'autant plus grande qu'elle est maintenue à une plus grande profondeur par une couverture plus imperméable; elle est maxima dans la région d'Ourlana, où les puits ont atteint la nappe vers 70^{m}. L'eau jaillit, dès que la sonde a percé la couverture. En maint endroit, l'eau s'est elle-même

frayé passage jusqu'à la surface : d'où des sources naturelles, alimentant les *behour* et les *chriats*, tels qu'il s'en présente en si grand nombre auprès d'Ourlana. Le *bahr* (mer) occupe un bassin généralement circulaire, souvent profond; le chriat, moins important, se trouve au centre d'un petit dôme de soulèvement. Les mêmes noms désignent certains étangs qui se sont formés à l'emplacement d'anciens puits, soit par l'effondrement du sol, soit par l'accumulation des sables autour de l'orifice.

» La nappe souterraine a donc, pour ainsi dire, des évents à la surface, non seulement par la voie directe des puits, mais aussi par le réseau complexe des conduits naturels qui aboutissent aux behour et chriats. De plus, il existe des cavités au sein des couches aquifères; en effet, ces formations renferment une proportion parfois considérable de gypse et de sel marin, éléments solubles dans l'eau; ces terrains, peu homogènes et peu résistants, sont ébouleux; à la base des forages, il se produit des chambres, par suite de l'appel énergique de la colonne ascensionnelle et de l'entraînement mécanique des matières, lors du dégagement de la nappe, etc.

» Ainsi, on comprend qu'il y ait communication des puits artésiens avec les behour et chriats par l'intermédiaire de canaux souterrains. Dès lors, il n'est pas nécessaire d'admettre que les animaux rejetés vivants par certains puits aient leur station normale en profondeur, interprétation contre laquelle les objections se presseraient en foule : d'où proviendraient-ils? comment se développeraient-ils? pourquoi ne seraient-ils pas aveugles?

» Et d'abord pour les Poissons, je ferai remarquer que les mêmes espèces peuplent les eaux superficielles. « C'est là, dirai-je avec MM. Letourneux et Playfair [1], qu'ils vivent à l'état libre et se reproduisent » dans des conditions normales. Leur vie souterraine n'est qu'un épisode, » et, pour ainsi dire, qu'un accident des voyages qu'ils entreprennent d'un » bahr à l'autre; lorsqu'ils circulent au voisinage des puits, ils obéissent » à la force ascensionnelle de l'eau, ou à l'instinct qui les porte à remonter » vers la surface, et se trouvent ainsi brusquement ramenés au jour. »

» Une explication analogue doit s'appliquer aux Crabes et aux Mollusques. Quant aux Crabes, on répondra que cet animal était inconnu des indigènes de l'Oued Rir' avant son apparition au sondage n° 3 de Mazer, en 1876, et qu'aujourd'hui encore, sauf les trois points cités, il n'est connu nulle part dans la contrée. Mais cette considération n'a pas grand poids

---

(1) LETOURNEUX ET PLAYFAIR, *Ichthyologie algérienne*, 1871.

au milieu de populations aussi ignorantes et dans un pays aussi peu exploré. D'ailleurs, dès 1861, M. Ville notait des Crabes dans les eaux du bahr Ba Moussa, à Mazer (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du calcaire carbonifère de l'Oural central.* Note de M. GRAND'EURY, présentée par M. Hébert.

« Le terrain carbonifère de l'Oural central se compose de bas en haut : 1° d'une assise de quartzites et argiles schisteuses; 2° d'un étage de calcaire carbonifère à *Productus*; 3° d'une assise de grès et de schistes houillers; 4° d'une très longue série de calcaires à *Fusulines*, renfermant quelques bancs de schiste à la partie supérieure. Cette série est recouverte par la formation permienne, en stratification très probablement concordante. Le calcaire supérieur a une puissance moyenne de 800^{m} à 1000^{m}, mesurés normalement aux couches. Je lui ai reconnu cette énorme épaisseur sur les bords de la rivière Kosva, où les couches plongent régulièrement dans le même sens; à Outkinsk, elle est encore plus grande.

» Or, d'un côté, par leurs plantes fossiles que j'ai vues sur place et à l'École des Mines de Saint-Pétersbourg, les grès et schistes houillers inférieurs appartiennent au culm. D'un autre côté, les grès et schistes gris, supérieurs au calcaire, par le nombre et la variété des *Callipteris* qu'ils renferment, près de Kalino, font incontestablement partie de la formation permienne.

» A la base de cette formation, on voit, sur la Tchoussovaïa, des grès avec *Fusulines*, et à Artinsk, des intercalations de calcaire renfermant des *Fusulines* carbonifères avec des *Goniatites* permiens. Plus au sud, existe un calcaire correspondant, où l'on trouve des *Spirifer sulcatus*, avec un *Spirifer* équivalent à l'espèce *horridus* du terrain permien.

» Ces couches réalisent la transition de ce terrain au calcaire en question, qui forme une série continue. Ce calcaire, par ses fossiles, est plus récent que le calcaire carbonifère.

» Je tiens de M. Karpinsky, professeur de lithologie à l'École des Mines de Saint-Pétersbourg, chargé de la Carte géologique du versant asiatique de l'Oural, que le bassin du Don, appartenant par les plantes fossiles, en général, au terrain houiller moyen, renferme des intercalations de calcaire

(¹). G. VILLE, *Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara*, 1865.

à *Fusulines,* qui se rapportent au calcaire supérieure de l'Oural. En sorte que, faisant suite, sans interruption, au culm, ce calcaire correspond au véritable terrain houiller, et pourrait être appelé *calcaire houiller*. Par son énorme épaisseur, on peut juger de la grande durée de l'époque houillère.

» Le calcaire houiller recouvre d'immenses surfaces en Russie, aux environs de Moscou, jusqu'à la mer Blanche et le long de l'Oural. Sa puissance est telle que les soulèvements qui le font affleurer n'ont pour effet d'amener au jour l'assise houillère inférieure que près de l'Oural. Presque partout ailleurs, dans le centre et le nord de la Russie, il est stérile, sauf près de Moscou, où il renferme à la base quelques couches de combustible.

» De tout ce qui précède, il semble résulter que, durant l'époque houillère proprement dite, tandis que la terre était émergée dans l'Europe méridionale, centrale et occidentale, et voyait se former dans les dépressions de la surface des bassins houillers, presque toute la Russie était sous la mer et recevait un des plus importants dépôts de calcaire qui se voie sur le globe.

» De l'autre côté de l'Oural, en Sibérie, le terrain stratifié ne se présente pas comme sur le versant européen; la formation permienne n'y existe pas; le terrain houiller moyen n'est représenté que par des agglomérats avec du calcaire. Par contre, la formation silurienne est plus développée, mais le calcaire dévonien est moins bien caractérisé qu'à l'ouest de l'Oural.

» Il est donc probable que, pendant la période paléozoïque, l'Oural séparait deux mers. Il y a, en effet, sur ses flancs des agglomérats côtiers, et, des deux côtés, les roches ne sont pas de même nature. Mais les actions dynamiques qui ont plissé les couches sur les deux flancs de la chaîne sont postérieures et paraissent s'être produites à la fin de la période paléozoïque.

» Les déterminations qui forment la base de cette Note ont principalement été faites d'après les plantes fossiles. Elles révèlent des faits qui n'avaient pas été mis en évidence. »

M. Revin adresse une Note relative aux forces accélératrices dans les mouvements des astres.

M. Boillot, à propos des expériences récentes de MM. *Dehérain* et *Maquenne*, rappelle les expériences qu'il a effectuées lui-même, en 1876, sur

les effets produits par les effluves obscures, à l'aide d'un appareil présentant une disposition nouvelle.

M. F. **Hément**, en réponse aux observations de M. *Gr. Bell,* déclare s'en tenir à son opinion première, concernant l'influence de l'hérédité sur les caractères que lui a paru présenter la prononciation chez les sourds-muets.

Les prononciations *dialectiques,* reconnues par M. Bell sur certains sourds-muets, sont attribuées par le savant américain à ce que ces sujets auraient pu parler *avant de devenir sourds.* M. Hément déclare ne pouvoir concevoir comment, en perdant l'usage de la parole, les muets dont il s'agit auraient conservé le souvenir *inconscient* de l'accent.

M. **Daubrée** présente, de la part de M[me] *Delesse,* deux Mémoires posthumes de son mari. La longue maladie de notre regretté confrère ne l'a pas empêché de poursuivre ses travaux jusqu'à ses derniers moments.

« Un de ces Mémoires est relatif à l'*Influence du sol sur la composition des cendres des végétaux.* Des végétaux ont été soigneusement récoltés sur des sols de gypse, de dolomie et de calamine, et les cendres de leurs diverses parties, racines, tiges, feuilles, ont été analysées au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, sous la direction de M. Durand-Claye, et à celui de l'École des Mines, sous la direction de M. Carnot, et aussi par M. Le Chatelier. C'est d'après ces analyses que l'auteur fait ressortir certaines relations du sol avec la composition chimique des végétaux.

» Ainsi les cendres des plantes qui ont vécu sur la calamine ont fourni une petite quantité d'oxyde de zinc, généralement inférieure à 0,5 pour 100; pour des truffes développées sous tere, entre des blocs de calamine, ce chiffre a été de 0,38 pour 100 d'oxyde de zinc, et ces cryptogames ne sont pas moins recherchés que les autres.

» Un second Mémoire, intitulé *Recherches sur les eaux de la Savoie,* a eu pour but de coordonner un assez grand nombre d'analyses d'eaux, qui ont été exécutées pendant quelques années par M. Lheureux, dans un laboratoire spécial établi à Annecy. La composition de ces eaux, rapprochée des conditions géologiques dans lesquelles elles se présentent, fait ressortir des rapports dignes d'intérêt. Puis l'auteur cherche à apprécier, au milieu de causes complexes, quelle peut être l'influence de la nature de ces eaux sur la santé, et particulièrement sur le goître et le crétinisme.

» M[me] Delesse fait également hommage à l'Académie de la *Carte géologique*

du département de la Seine, dont une nouvelle édition vient de paraître. Conformément au vœu du Conseil général de la Seine, cette Carte cotée, à l'échelle de $\frac{1}{25000}$, est exécutée d'après un système de notations dont M. Delesse est l'auteur, et que l'Académie connaît. Elle est accompagnée de deux Cartes à $\frac{1}{125000}$, figurant l'une la répartition du calcaire dans les terres végétales, l'autre un résidu de la lévigation de ces terres. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1881.)

Page 950, ligne 91, ascension droite apparente, *au lieu de* $0^h\ 2^m\ 20^s,84$, *lisez* $0^h\ 24^m\ 20^s,84$.